

RAF - 71 - 147

RAPPORT TECHNIQUE

VOLUME 12

**AMENAGEMENT
DU BASSIN DE LA RIVIERE KAGERA
PHASE II**

BURUNDI - RWANDA - REPUBLIQUE UNIE DE LA TANZANIE

**ETUDE DE PREFAISABILITE
MISE EN VALEUR DES VALLEES DE BUKUMBA,
KAJAI ET KANKUMA**

AVRIL 1976



Norconsult A.S.

Ingénieurs, Architectes et Economistes Conseils
Oslo
Norvège



ELECTROWATT

Ingénieurs Conseils S.A.
Zurich
Suisse

AMENAGEMENT DU BASSIN DE LA RIVIERE KAGERA

RAPPORTS DES ETUDES RELATIVES A LA PHASE II

- VOLUME 1 : ETUDE SECTORIELLE
MARCHE DE L'ENERGIE
- VOLUME 2 : ETUDE SECTORIELLE
EVALUATION DES PROJETS EXISTANTS
- VOLUME 3 : ETUDE SECTORIELLE
POTENTIEL HYDROELECTRIQUE DU BURUNDI
(Y COMPRIS DES BASSINS EN DEHORS DU BASSIN DE LA KAGERA)
- VOLUME 4 : ETUDE SECTORIELLE
AGRICULTURE GENERALE
- VOLUME 5 : ETUDE SECTORIELLE
ECOLOGIE
- VOLUME 6 : ETUDE SECTORIELLE
INFRASTRUCTURE HUMAINE
- VOLUME 7 : ETUDE SECTORIELLE
HYDROLOGIE
- VOLUME 8 : ETUDE SECTORIELLE
TRANSPORTS
- VOLUME 9 : ETUDES DE PREFAISABILITE
POTENTIEL HYDROELECTRIQUE DE LA RIVIERE KAGERA
PROJET HYDROELECTRIQUE DES CHUTES RUSUMO
PROJET HYDROELECTRIQUE DE LA VALLEE DE KISHANDA
PROJET HYDROELECTRIQUE DU BARRAGE DE KAKONO
- VOLUME 10 : ETUDES DE PREFAISABILITE
PROJET DE L'ENTREPRISE DE L'ELEVAGE DE NKAKA
PROJET DE MISE EN VALEUR DE NYAMUSWAGA
PROJET DE MISE EN VALEUR DE BUYONGWE
- VOLUME 11 : ETUDE DE PREFAISABILITE
PROJET D'IRRIGATION DE KYAKA
- VOLUME 12 : ETUDE DE PREFAISABILITE
MISE EN VALEUR DES VALLEES DE BUKUMBA, KAJAI ET KANKUMA
- VOLUME 13 : PROJET INDICATIF DU BASSIN

RAF - 71 - 147
RAPPORT TECHNIQUE
VOLUME 12

**AMENAGEMENT
DU BASSIN DE LA RIVIERE KAGERA
PHASE II**

BURUNDI - RWANDA - REPUBLIQUE UNIE DE LA TANZANIE

**ETUDE DE PREFAISABILITE
MISE EN VALEUR DES VALLEES DE BUKUMBA,
KAJAI ET KANKUMA**

Rapport établi à l'intention de l'Organisation des Nations Unies
(agissant en tant qu'organisation chargée de l'exécution
pour le compte du Programme des Nations Unies pour le Développement)

AVRIL 1976



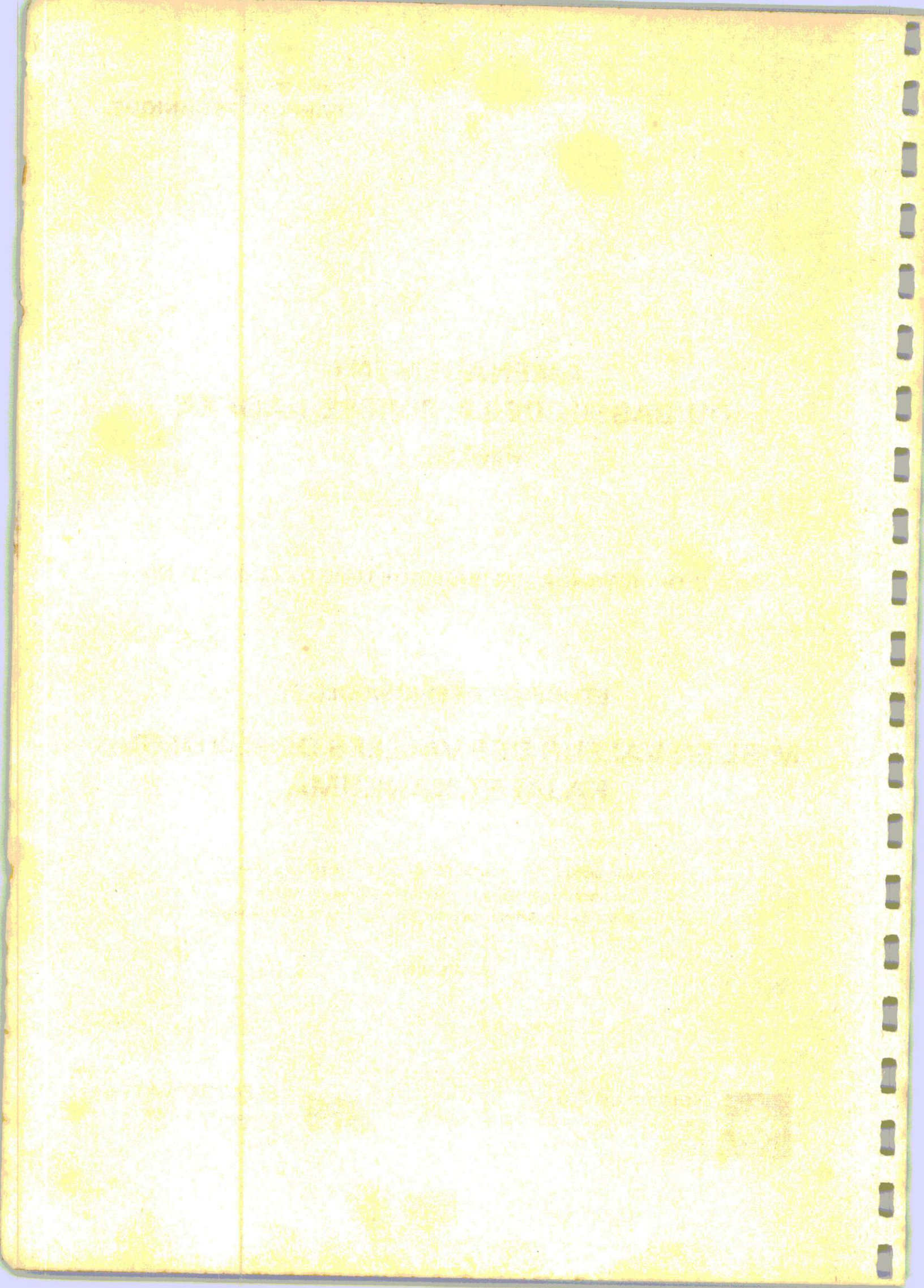
Norconsult A.S.

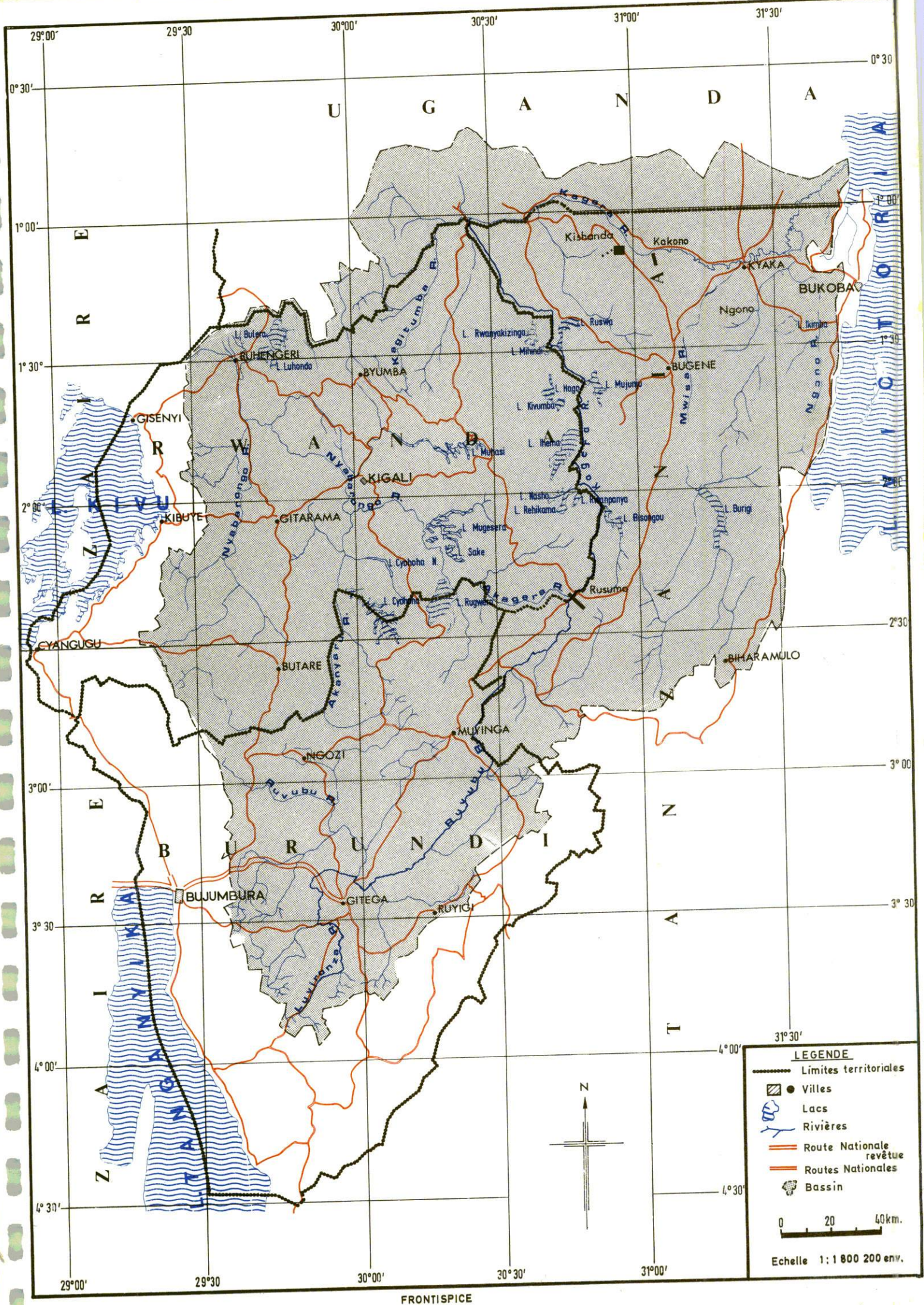
Ingénieurs, Architectes et Economistes Conseils
Oslo
Norvège



ELECTROWATT

Ingénieurs Conseils S.A.
Zurich
Suisse





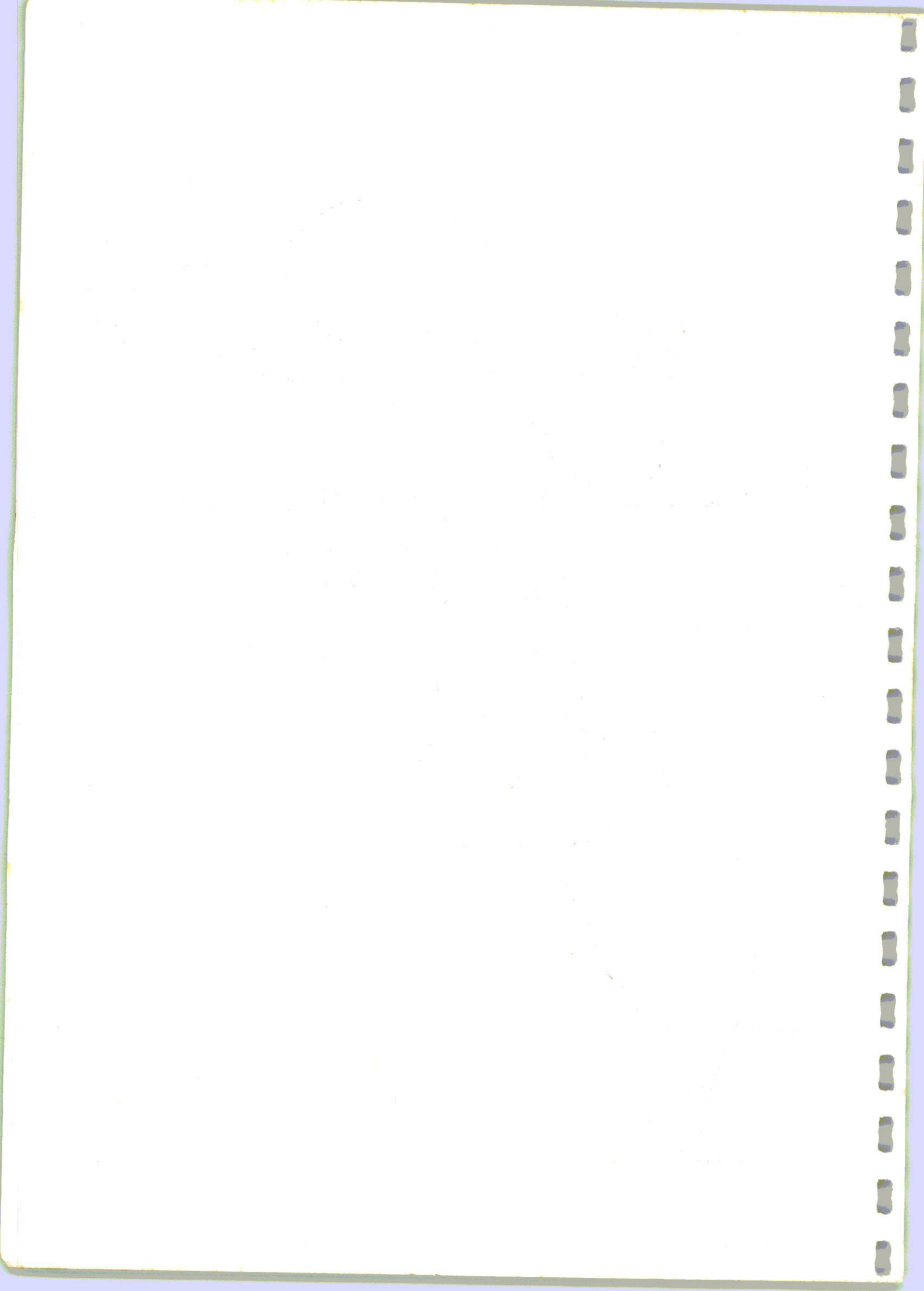
FRONTISPICE

LEGENDE

- Limites territoriales
- Villes
- ▭ Lacs
- ~ Rivières
- Route Nationale revêtue
- - - Routes Nationales
- ▭ Bassin

0 20 40 km.

Echelle 1:1 800 200 env.



<u>TABLE DES MATIERES</u>		<u>PAGE</u>
1.	INTRODUCTION	1 - 1
1.1	Situation et étendue de la région du projet	1 - 1
1.2	Etudes antérieures	1 - 1
1.3	But et étendue de l'étude	1 - 1
2.	LA REGION DU PROJET	2 - 1
2.1	Climat	2 - 1
2.2	Hydrologie	2 - 3
2.3	Physiographie	2 - 3
2.4	Classification des sols et des terres	2 - 4
2.5	Utilisation et occupation des terres	2 - 8
2.6	Démographie	2 - 8
2.7	Transports et communications	2 - 9
2.8	Infrastructure agricole	2 - 9
2.8.1	Services de vulgarisation	2 - 9
2.8.2	Société coopérative	2 - 9
2.8.3	Installations de stockage et de transformation	2 - 9
2.8.4	Services de recherche agricole	2 - 9
2.8.5	Fournitures de semences	2 - 10
2.9	Economie	2 - 10
3.	AGRICULTURE ACTUELLE	3 - 1
4.	POTENTIEL DE MISE EN VALEUR	4 - 1
4.1	Considérations agricoles	4 - 1
4.2	Considérations techniques	4 - 2
5.	CONCLUSIONS	5 - 1
APPENDICE : PEDOLOGIE		

FIGURES

		Suit page
1.1	Situation générale	1 - 1
2.1	Carte hydrographique du Lac Victoria à Jinja	2 - 4
4.1	Pentes de drainage possibles pour la vallée de la Bukumba	4 - 4

TABLEAUX

		<u>PAGE</u>
2.1	Moyennes des précipitations à Bukoba, 1921-1973	2 - 1
2.2	Variations des précipitations annuelles à Bukoba, 1924-1967	2 - 1
2.3	Données climatiques pour Bukoba, 1931-1971	2 - 2
2.4	Superficies des groupes de sol dans les trois vallées	2 - 6
2.5	Superficies des classes de terre dans les trois vallées	2 - 8

1. INTRODUCTION

1.1 SITUATION ET ETENDUE DE LA REGION DU PROJET

Les vallées de la Bukumba, de la Kajai et de la Kankuma sont situées au nord de Bukoba dans la Région Ouest du Lac, à l'intérieur d'un rectangle limité par 1°00' et 1°18' de latitude sud et 31°41' et 31°50' de longitude est (frontispice). Ces trois vallées sont parallèles, avec une direction nord-sud. Les vallées de la Bukumba et de la Kajai s'étendent jusqu'au Lac Victoria à Kabanga Bay. La vallée de la Kankuma est celle des trois vallées qui est située le plus à l'ouest et va jusqu'au lac en Ouganda. Quand la Kankuma se rapproche du Lac Victoria, elle forme une partie de la plaine d'inondation de la Kagera. Les trois vallées sont séparées par d'étroites collines, sauf près du lac où les vallées de la Kajai et de la Bukumba se confondent (figure 1.1).

Les vallées de la Bukumba et de la Kajai ont une longueur d'environ 30 km et celle de Kankuma d'environ 23 km en Tanzanie. La superficie couverte par l'étude des sols est d'environ 18.000 ha, ce qui représente environ la superficie totale des terres marécageuses des trois vallées.

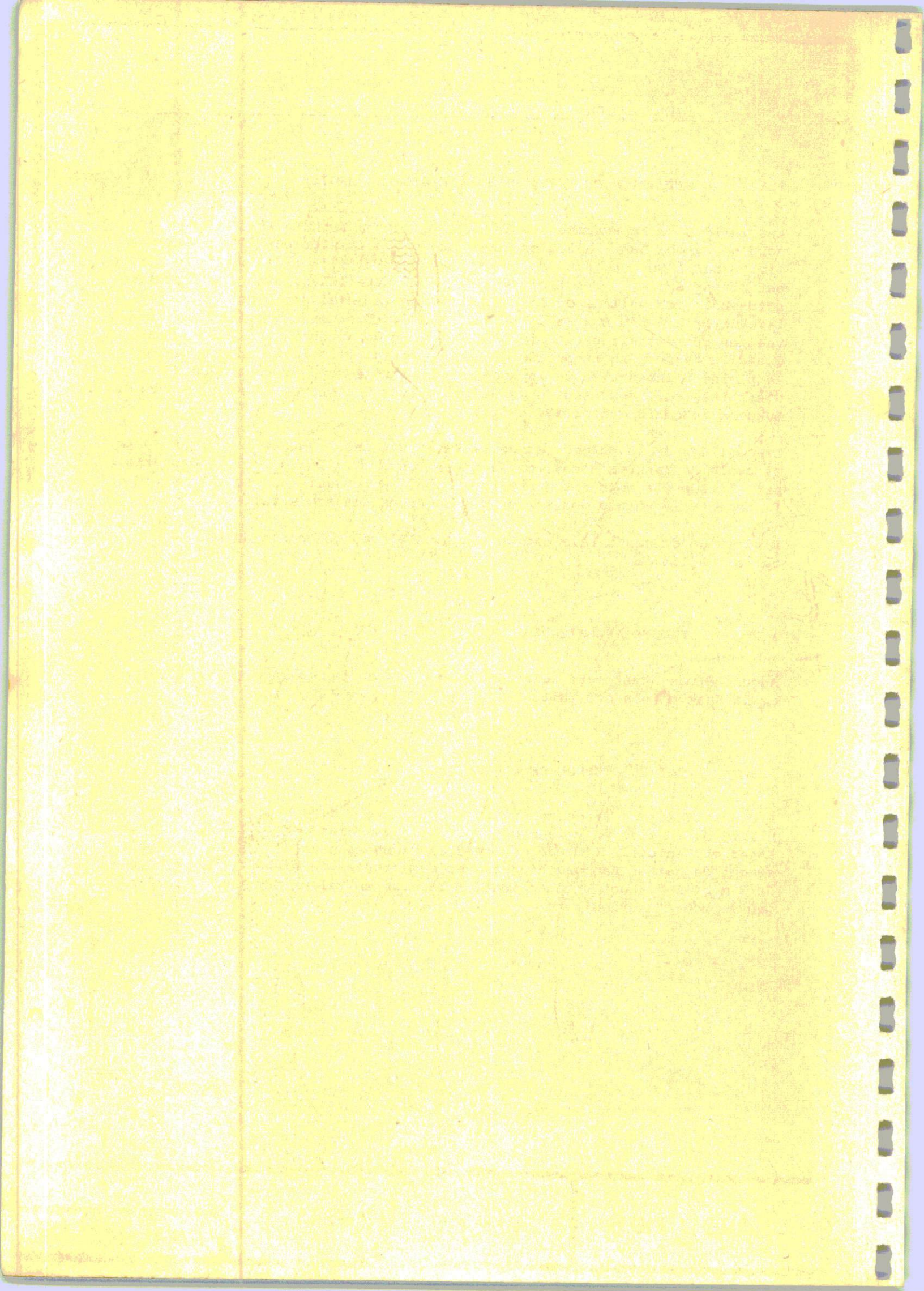
L'altitude de ces marais est un peu plus élevée que celle du Lac Victoria qui est à 1136 m.

1.2 ETUDES ANTERIEURES

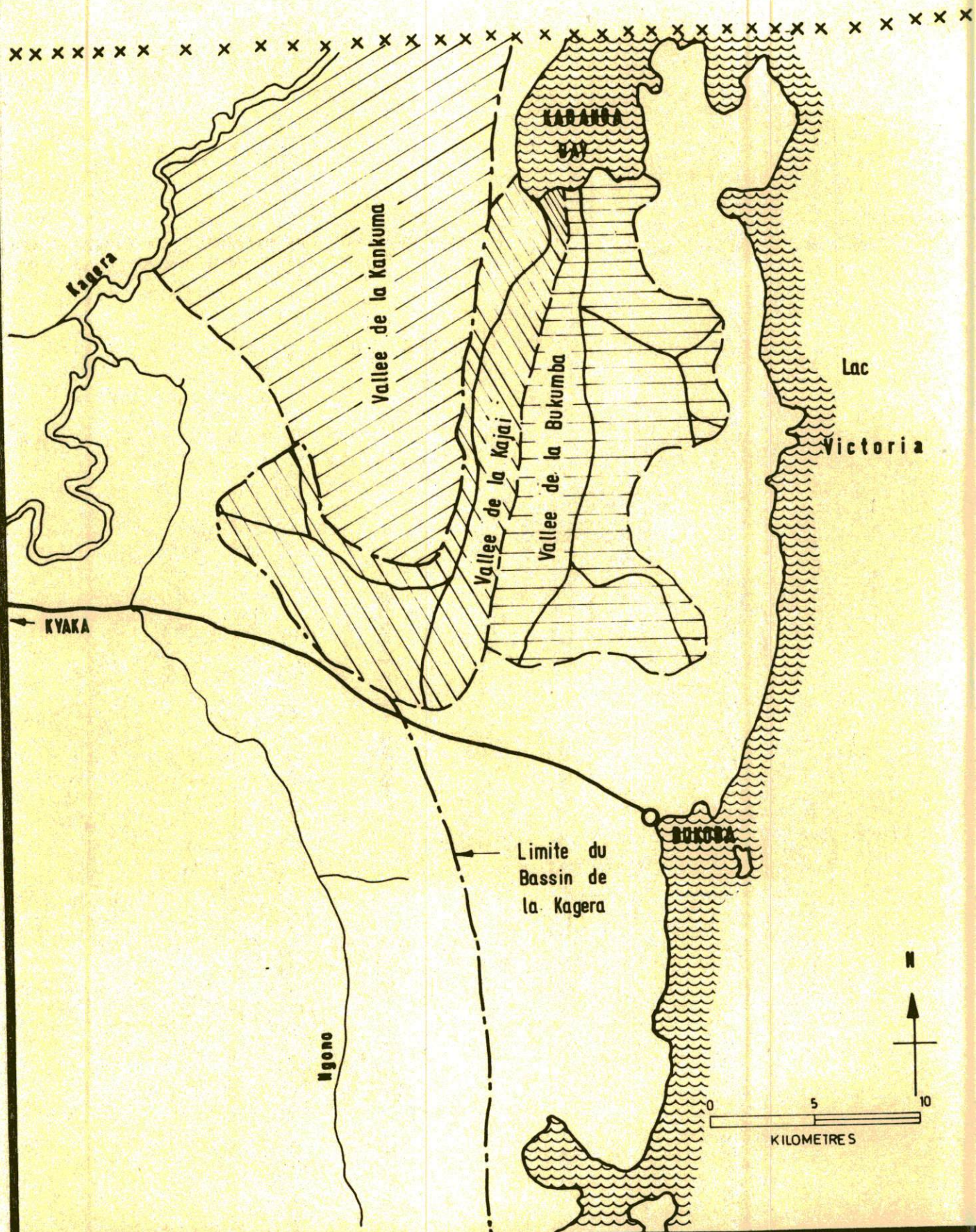
Aucune étude antérieure relative aux marais de la Bukumba, de la Kajai et de la Kankuma n'a été faite.

1.3 BUT ET ETENDUE DE L'ETUDE

L'objectif majeur de cette étude est de faire des recherches sur la factibilité de la mise en valeur des sols tourbeux dans les vallées de Bukumba, Kajai et Kankuma. L'étude comprend la reconnaissance des sols, l'établissement de cartes topographiques avec des courbes de niveau à un intervalle de 3 m et l'évaluation du potentiel de mise en valeur des terres marécageuses pour l'agriculture.



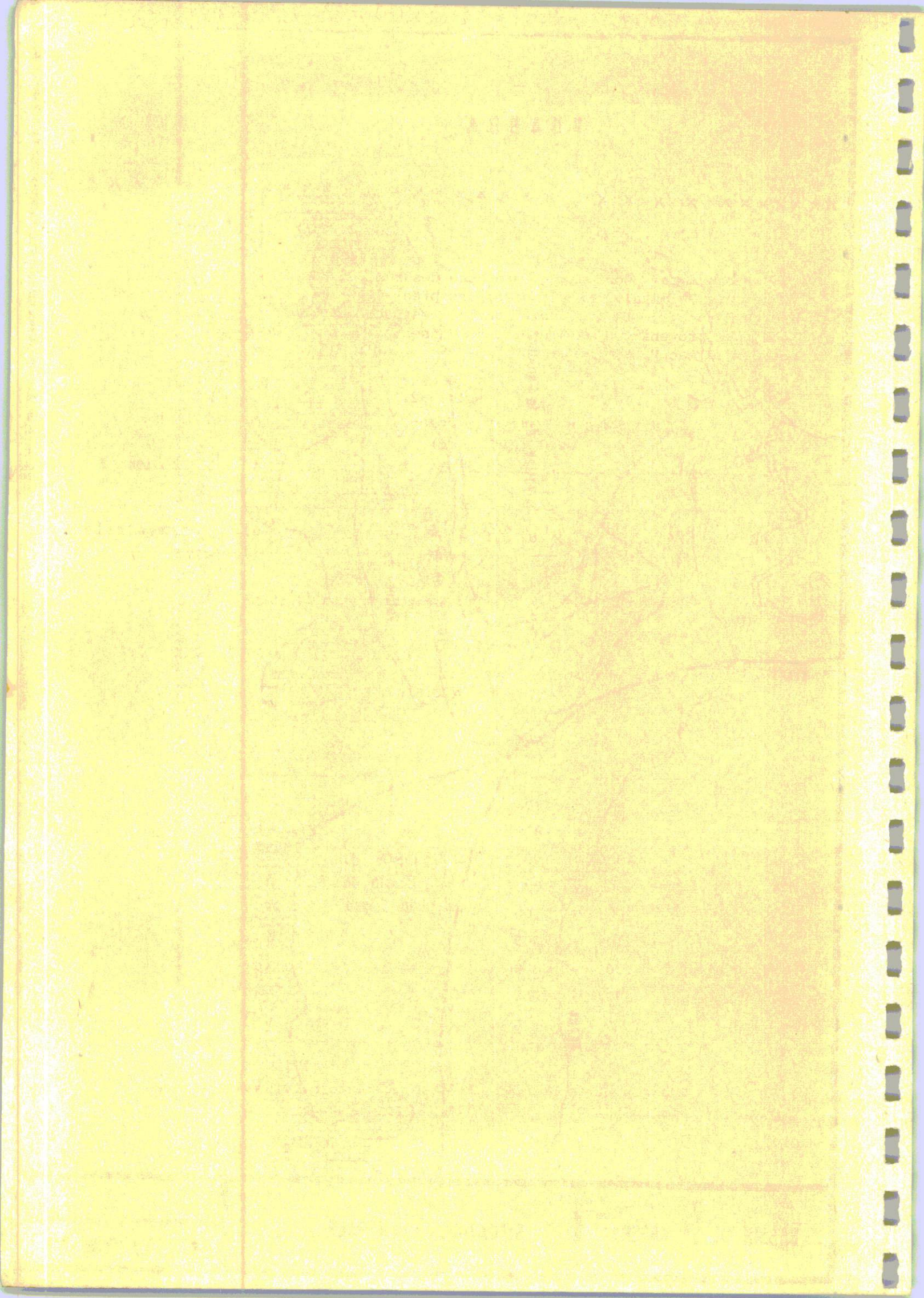
UGANDA



BASSIN DE LA KAGERA

SITUATION GENERALE

FIGURE 1-1



2. LA REGION DU PROJET

2.1 CLIMAT

Les trois marais sont situés dans une des régions les plus pluvieuses de l'Afrique Orientale. Les données des précipitations de Bukoba se trouvent au tableau 2.1. La forte pluviométrie est due en grande partie aux effets conjugués provenant d'une cuvette de basses pressions semi-permanentes au-dessus du Lac Victoria.

Tableau 2.1
MOYENNES DES PRECIPITATIONS A BUKOBA, 1921-1973
(mm)

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANNUELLE
148	166	246	375	321	82	50	78	106	140	185	191	2088

Les variations annuelles ne sont pas très importantes (tableau 2.2).

Tableau 2.2
VARIATIONS DES PRECIPITATIONS ANNUELLES
A BUKOBA, 1924-1967

Précipitations annuelles (mm)	Nombre d'années
< 1700	3
1701 - 1800	6
1801 - 1900	6
1901 - 2000	6
2001 - 2100	4
2101 - 2200	4
2201 - 2300	3
2301 - 2400	5
> 2400	5

Il y a, à l'aéroport de Bukoba, une station météorologique entièrement équipée. Une récapitulation des données pour Bukoba est faite au tableau 2.3. Bukoba est située à 15 km au sud de la région du projet, à la même

Tableau 2.3

DONNEES CLIMATIQUES POUR BUKOBA, 1931-71

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec	Annuelles
Moyennes des températures mensuelles (°C)	21,3	21,5	21,5	21,4	21,3	21,1	20,5	20,5	20,9	21,3	21,3	21,3	21,1
Moyennes des températures mensuelles maxima (°C)	26,7	26,7	26,6	26,1	25,9	26,1	25,7	25,7	26,1	26,3	26,3	26,4	26,2
Moyennes des températures mensuelles minima (°C)	16,0	16,2	16,3	16,7	16,8	16,0	15,2	15,2	15,7	16,2	16,4	16,1	16,1
Moyenne de la vitesse du vent à 12 h (noeuds/h)	4	5	5	5	6	7	7	6	5	4	4	4	-
Moyenne journalière d'enseulement (heures)	6,0	6,1	5,7	4,9	6,1	6,3	6,2	5,9	5,9	5,5	5,0	5,0	5,7
Moyenne journalière du potentiel d'évaporation (PENMAN) (mm/j)	4,5	4,7	4,6	4,3	4,2	4,2	4,9	5,0	4,9	4,6	4,2	4,2	4,5

altitude, et les différences climatiques entre les deux situations sont vraisemblablement négligeables.

2.2 HYDROLOGIE

Les vallées de la Kankuma et de la Kajai n'ont pas un cours de rivière très bien défini sauf dans leurs parties supérieures. La vallée de la Bukumba a un lit plus clairement défini sur environ les deux tiers de sa longueur. Dans les trois vallées, au moment où elles se rapprochent du Lac Victoria, l'écoulement se forme avec une nappe d'eau mouvante sur une grande partie des terres basses. On ne possède aucune donnée en ce qui concerne les débits de ces vallées. La moyenne des débits pour les vallées est probablement de l'ordre de 3 à 6 m³/s.

L'estimation des superficies des bassins versants des vallées est donnée ci-dessous.

Vallée	Superficie du bassin versant	
	(approx.)	(km ²)
Kankuma		60
Kajai		30
Bukumba		45

Le terrain des bassins versants est constitué surtout de collines abruptes avec une couverture de végétation peu abondante. L'altitude varie de 200 m entre le sommet des collines et le fond des vallées.

Les superficies petites des bassins versants, combinées avec l'intensité forte des précipitations (un surplus de 60 mm/heure) provoquent un écoulement important dans les vallées. L'évacuation de l'écoulement est lente sur les surfaces plates des vallées et ceci crée des conditions d'engorgement dans toutes les terres basses et des inondations permanentes des terres basses dans les parties inférieures des vallées.

Le drainage des vallées a considérablement changé pendant les 14 dernières années, depuis l'élévation du niveau du Lac Victoria (figure 2.1). Celui-ci ayant monté d'approximativement 2 m, a causé des inondations aux embouchures des vallées et un drainage plus restreint dans les parties supérieures des vallées.

2.3 PHYSIOGRAPHIE

Les vallées et leurs bassins versants se situent complètement à l'affleurement de la formation de grès de Bukoba qui est formé principalement de pierres de sable, de grains fins à moyen, avec des schistes durs siliceux

dans la partie la plus basse. Cette formation montre un alignement des crêtes nord-sud atteignant une altitude maximum de 1350 m, à environ 210 m au-dessus du niveau du Lac Victoria. La superficie des bassins versants des trois vallées est réduite et la superficie des vallées est relativement grande par rapport à la totalité du bassin de drainage.

Seules les parties supérieures et moyennes de la vallée de la Bukumba ont une dénivellation longitudinale importante. La surface de la plupart de ces marais ne se trouve que très peu au-dessus du niveau du lac.

Excepté dans les parties moyennes et supérieures de la vallée de la Bukumba, les vallées semblent représenter d'anciens méandres du Lac Victoria qui se sont remplis de tourbe, et, à un degré moindre, d'alluvions. Comme l'épaisseur de la tourbe dans les principales régions marécageuses dépasse 5 m, la base de la tourbe est au-dessous du niveau de l'eau du lac dans la plupart des terres marécageuses.

Des parcelles dispersées de forêt marécageuses se rencontrent dans les vallées et elles semblent être les vestiges d'une forêt plus vaste. Dans plusieurs régions on trouve des souches et des racines près de l'actuelle surface de tourbe. Pendant la formation de la tourbe, il semble y avoir eu des changements dans la composition de la végétation d'où proviennent les dépôts de tourbe.

2.4 CLASSIFICATION DES SOLS ET DES TERRES

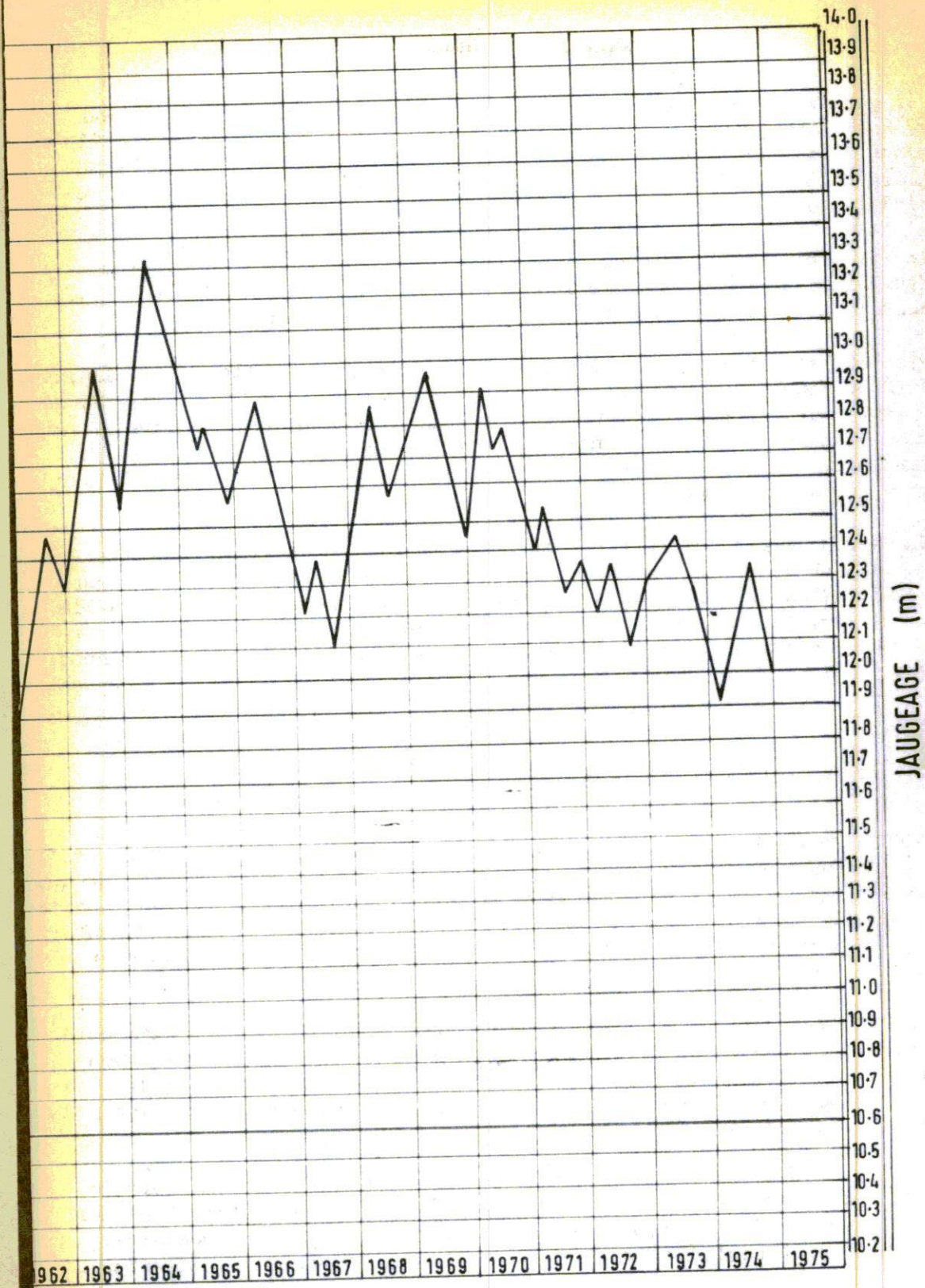
Le rapport détaillé sur la pédologie des vallées de la Bukumba, de la Kajai et de la Kankuma se trouve dans l'appendice. Les trois vallées sont toutes caractérisées par des conditions d'inondations pendant la plus grande partie de l'année ou par une nappe phréatique très élevée à la suite du très mauvais drainage naturel. Par conséquent, les sols organiques prédominent dans ces vallées.

Des sols minéraux se rencontrent en bandes très étroites le long des collines et en petites unités réparties dans la vallée de la Bukumba. Des sols minéraux recouvrent aussi une surface un peu plus importante dans la partie nord-ouest de la vallée de Kankuma où ils font partie des dépôts de la plaine d'inondation de la rivière Kagera.

Les sols ont été définis en cinq grands groupes d'après leur texture et l'importance des quantités organiques des horizons. La distribution des sols de la région du projet est donnée à la figure A.1 de l'appendice. Une description récapitulative des unités de sol est donnée ci-dessous:

Groupe A

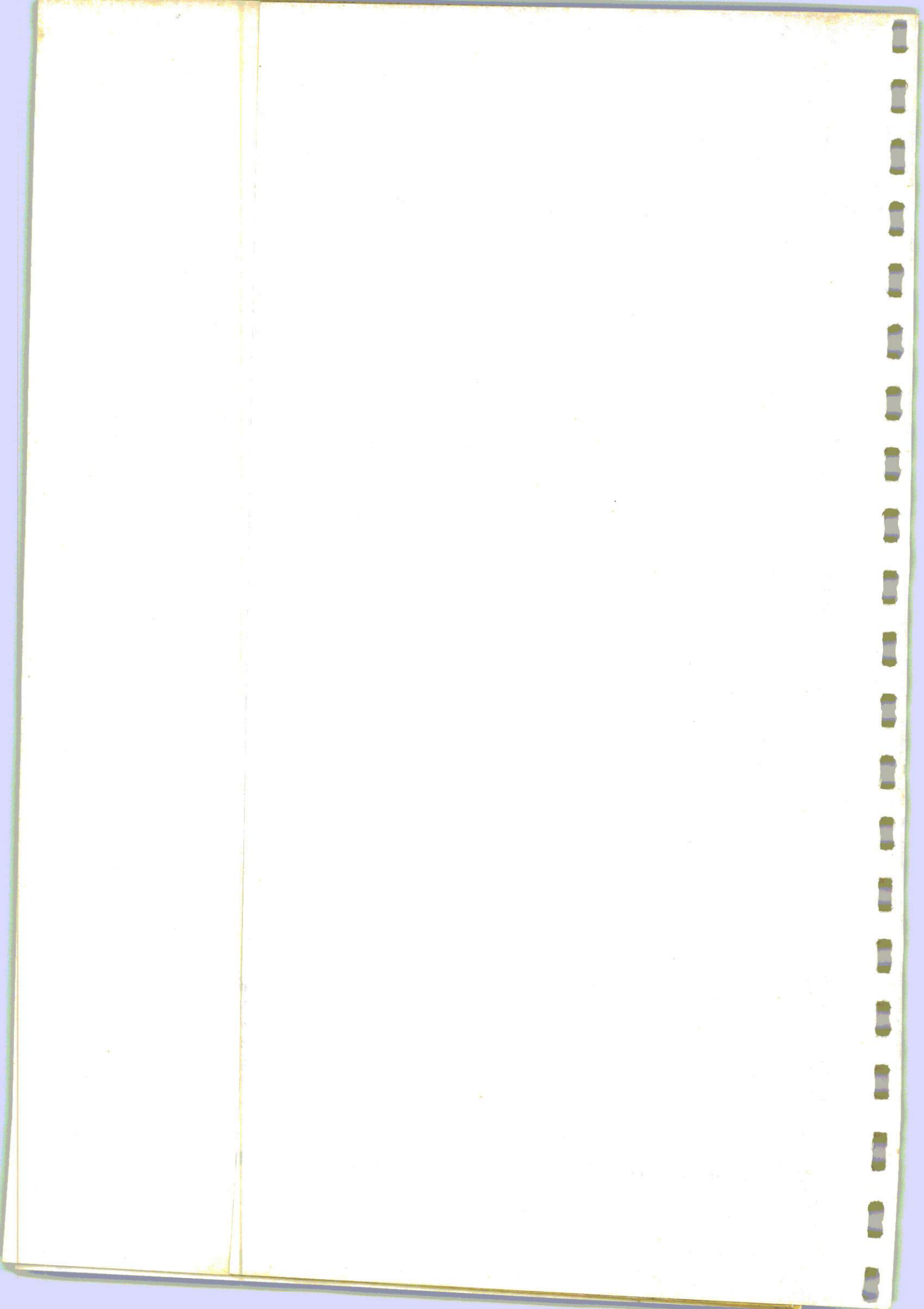
Les sols minéraux le long de collines sont compris dans ce groupe. Ce sont des sols sableux produits par le lessivage de surface venant des collines. Ils sont mal drainés et sont sujet à des fluctuations marquées de la nappe phréatique, mais ils sont susceptibles d'être drainés artificiellement.



Jaugeage à zéro = 3685,85'

(1123,4 m)

FIGURE 2-1



Le statut nutritif de ces sols est bas à très bas, et leur capacité de rétention en eau et en matière nutritive est limitée par leur haute teneur en sable.

Groupe B

Ce sont des sols minéraux d'alluvions qui se rencontrent sur les levées et les anciennes méandres de la plaine d'inondation de la Kagera et le long d'une courte partie de la vallée de la Bukumba. Ces sols sont à une altitude légèrement plus élevée que les terres environnantes et pendant la saison sèche la nappe phréatique descend à 100 cm au-dessous de la surface du sol. Toutefois, il y a d'importantes fluctuations de la nappe phréatique entre les saisons des pluies et les saisons sèches. Les sols sont caractérisés par une haute teneur de limon et/ou une teneur de sable très fin et des teneurs d'argile variables. Le groupe a été subdivisé en unités sur la base de la teneur d'argile, unités B1, B2, B3, définies respectivement comme étant de texture fine, moyenne ou grossière.

Les sols sont moyennement bien texturés mais très compacts quand le sol est sec et ont un statut nutritif bas à très bas.

Groupe C

Ce groupe se rencontre à une altitude légèrement plus basse que celle du groupe B; par conséquent, les sols ont un moins bon drainage. Ils occupent des superficies très limitées dans la vallée de la Bukumba et des superficies plutôt plus grandes dans le nord-ouest de la vallée de la Kankuma, se rattachant à la plaine d'inondation de la rivière Kagera. Ils ont été divisés en deux unités d'après leurs textures.

Les sols de l'unité C1 sont des sols d'argile ou d'argile limoneuse mal ou très mal drainés, avec un horizon de surface organique de 30 cm de profondeur. Le sol est modérément structuré dans les horizons supérieurs mais massif en profondeur. Le statut nutritif est bas. Les sols de l'unité C2 sont du sable limoneux fin à limon argileux moyennement texturé, pauvrement drainés et sujet à des fluctuations considérables de la nappe phréatique. Ils montrent une meilleure structure que les sols de l'unité C1 et une meilleure perméabilité du sous-sol. Leur statut nutritif est bas à très bas.

Groupe D

Ce sont des sols tourbeux superficiels d'une profondeur de moins de 100 cm qui se rencontrent en grandes superficies seulement dans la vallée de la Bukumba. La tourbe est assez bien décomposée et relativement compacte. La nappe phréatique se trouve à environ 30 cm au-dessous de la surface en saison sèche. Ces sols ont un besoin de drainage très important, mais leur degré avancé de décomposition devrait résulter en un facteur de réduction assez faible, et aussi en risques moins fréquents de sérieuse acidification lors du drainage.

Groupe E

On trouve dans ce groupe tous les sols tourbeux à une profondeur de plus de 100 cm. Ils ont été divisés en unités d'après leur profondeur et leur degré de décomposition. Les tourbes profondes (> 3 m) des vallées de la Kankuma et de la Kajai sont très pauvrement décomposées. Elles ont, sauf dans les 30 cm de la surface, une forte teneur en matériaux pailleux provenant principalement des tiges d'herbes non décomposées. La teneur en eau de ces tourbes est extrêmement élevée. Ceci doit provoquer inévitablement une forte réduction lors du drainage. Le pH de ces tourbes est extrêmement bas, habituellement de l'ordre de 4,0 à 4,5. Il y a un risque grave de l'accélération de l'acidification de la tourbe par le drainage, abaissant davantage le pH. Le statut de fertilité de la tourbe grossière est plus difficile à établir que celui des sols minéraux. Les valeurs des divers éléments sont données en termes de milli-équivalents par 100 g de sol. Dans le cas de sols tourbeux, il faut tenir compte de la densité très basse de la masse. Aucune valeur n'est actuellement disponible, mais il est peu probable qu'elle dépasse 0,1 gm/cc, étant donné qu'elle est d'environ 1,5 gm/cc pour la moyenne des sols minéraux. Si l'on tient compte de ce facteur, le statut de fertilité des sols tourbeux est extrêmement bas.

Dans les sols tourbeux plus superficiels, par ex. les tourbes du groupe E entre 100 et 300 cm de profondeur, la décomposition est presque toujours plus avancée que dans les tourbes plus profondes. Très fréquemment, elles n'ont pas la nature très pailleuse des tourbes profondes et il est probable que le facteur de réduction au moment du drainage soit relativement moins élevé. Le statut de fertilité est meilleur que pour les tourbes pailleuses profondes mais il est encore très bas.

Les surfaces des différents groupes de sol sont données dans le tableau 2.4. On peut noter que 90% de la superficie totale sont composés de sols tourbeux.

Tableau 2.4
SUPERFICIES DES GROUPES DE SOL DANS LES TROIS VALLEES

Groupe de sol	Bukumba		Kajai		Kankuma	
	Superficie (ha)	% du total	Superficie (ha)	% du total	Superficie (ha)	% du total
A	102	3	77	2	68	1
B	28	1	108	3	302	3
C	180	5	28	1	420	4
D	284	8	-	-	154	2
E	3040	83	3438	94	9168	90
Total	3634	100	3651	100	10112	100

Dans l'appendice, les terres de la région du projet sont classifiées d'après leur potentiel de mise en valeur. Les superficies des nombreuses classes de terre sont données dans le tableau 2.5 et leur répartition à la figure A.2. Un résumé de la description des classes de terre qui sont identifiées dans la région du projet est donné en suivant.

Classe 2sd

Sols minéraux nécessitant un drainage. De petites superficies de ces sols se trouvent le long du bord des vallées, habituellement sur un terrain ayant une pente suffisante pour faciliter les installations de drainage artificiel. Les sols sont moyennement texturés avec un statut bas de fertilité.

Classe 3s

Des sols minéraux avec une haute teneur en sable ayant pour résultat une faible capacité de rétention en eau et en matière nutritive.

Classe 3d

Sols moyennement texturés, d'alluvions récentes, avec un drainage naturel pauvre ou très pauvre.

Classe 3sd

Sols minéraux ou fangeux ayant un important besoin de drainage. Les sols sont en général infertiles. Il faudra faire attention d'éviter l'irréversible dessèchement de ces sols fangeux lors du drainage. En général, ces sols conviennent assez mal à l'agriculture arable.

Classe 4

Surtout des sols tourbeux acides, de profondeurs variables. Les besoins de drainage sont importants et une réduction importante peut se produire après le drainage. Le statut de fertilité est très bas à cause des basses densités de la masse.

Classe 6sd

Tourbes profondes pour ainsi dire pas décomposées, ne convenant pas à l'agriculture. Le pH de ces sols est inférieur à 4,5 et ils ont un statut nutritif extrêmement bas. Ces tourbes ont une très forte teneur en eau et sont sujettes à une importante réduction produite par le drainage.

Tableau 2.5
SUPERFICIES DES CLASSES DE TERRE DANS LES TROIS VALLEES

Classe de terre	Sous-classe de terre	Bukumba		Kajai		Kankuma	
		Superficie (ha)	% du total	Superficie (ha)	% du total	Superficie (ha)	% du total
2	2sd	38	1	58	2	230	2
	3s	-	-	68	2	128	1
3	3d	60	2	28	1	260	3
	3sd	442	12	59	2	400	4
4	4	2030	56	620	17	1344	13
6	6sd	1064	29	2818	76	7750	77
Total		3634	100	3651	100	10112	100

2.5 UTILISATION ET OCCUPATION DES TERRES

L'utilisation des terres des fonds des trois vallées est extrêmement limitée. Les parties les mieux drainées fournissent de grossiers pâturages pendant les périodes les plus sèches de l'année. Jusqu'à la campagne de culture de 1974 à 1975, virtuellement aucune terre n'avait été cultivée dans les vallées. Toutefois, à la fin de 1974, faisant partie des directives nationales pour l'augmentation de la production vivrière, on a conseillé à beaucoup de fermiers de planter du riz autour des marais.

Les marais servent de repaires à divers animaux qui sont régulièrement chassés par la population locale. L'animal principal est le sitatunga, qui est, dit-on, une excellente nourriture.

Les marais des vallées sont propriété d'état. Toutefois, un particulier peut obtenir, des autorités locales, des droits sur ces terres et l'autorisation de les cultiver et d'en poursuivre la culture.

2.6 DEMOGRAPHIE

Il n'y a pas de population habitant actuellement les vallées de la Bukumba, de la Kajai et de la Kankuma, mais les coteaux qui séparent ces vallées ont une population très dense. Il y a évidemment beaucoup de pression pour la possession des plus hautes terres de collines. Au dire de la population locale, ceci se traduit par la diminution de la période des jachères et par la détérioration de la productivité des pâturages. La culture plus fréquente accentue le déclin de la productivité du sol et change la composition des prairies. Donc, on peut en conclure qu'il y a un besoin urgent d'augmenter la superficie de terres cultivables dans les trois vallées. Ce besoin deviendra plus évident au fur et à mesure de l'augmentation de la population.

2.7 TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS

Les routes situées le long de la crête des collines entre et autour des trois vallées fournissent un bon accès. Les villages des coteaux sont bien desservis par des transports motorisés. Des camions sont utilisés pour le transport vers Bukoba de la production, principalement le café et les bananes. Il y a un service d'autobus régulier en direction de Bukoba. Il n'y a pas de téléphone dans la région.

2.8 INFRASTRUCTURE AGRICOLE

2.8.1 Services de vulgarisation

Les services de vulgarisation dans la région du projet suivent l'exemple normal de la Tanzanie. La région est sous le contrôle de l'Office Agricole du district de Bukoba et il y a des experts dans plusieurs villages le long des coteaux. Le principal effort de vulgarisation se porte sur le café qui est la culture commerciale principale.

2.8.2 Société coopérative

Comme dans la plupart des régions du district du Bukoba, l'Union Coopérative de la Région Ouest du Lac (WERECU) est active dans la région du projet où elle s'occupe surtout du café. Elle achète aussi les surplus de la production. Elle a des succursales dans les principaux centres qui s'occupent de la distribution des produits pour la culture, tels que les engrais, les insecticides, les outils de culture etc. et vendent les divers articles de consommation.

2.8.3 Installations de stockage et de transformation

Les installations actuelles comprennent quelques entrepôts pour le stockage du café récolté et des installations de décorticage.

2.8.4 Services de recherche agricole

La station de recherches de Maruku, située dans le sud de la région du projet s'occupe des besoins relatifs à la principale culture commerciale, le café, et à la principale production vivrière de la région, les bananes. Les autres cultures produites dans la région du projet ne reçoivent que peu d'attention.

2.8.5 Fournitures de semences

Dans la région il n'y a pas de sources sérieuses de semences améliorées pour les cultures annuelles. La grande majorité des fermiers utilisent leur propre semence provenant de la récolte de l'année précédente.

2.9 ECONOMIE

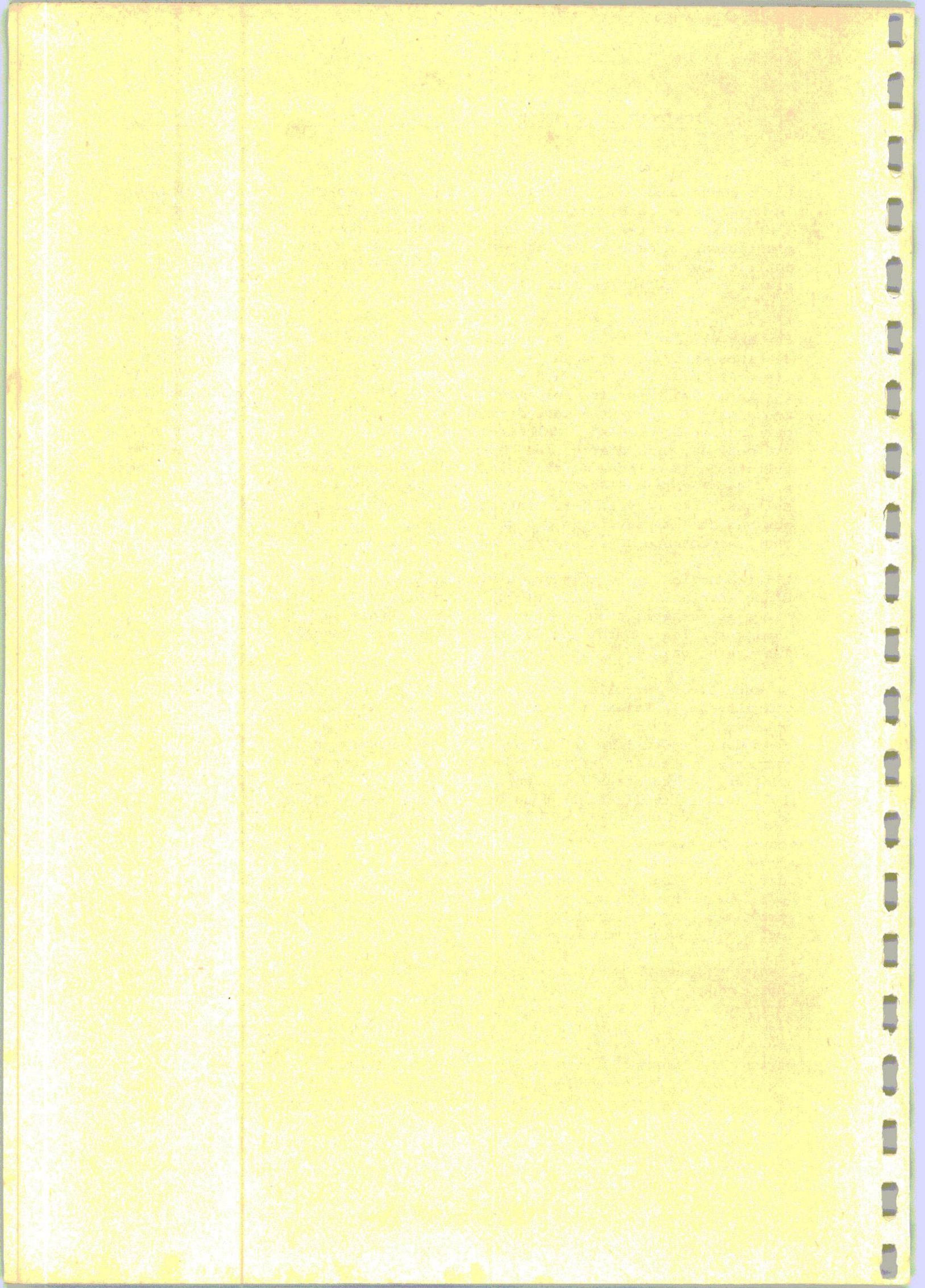
Le café est le principal soutien dans l'économie de la population résidant sur les collines dominant les vallées de la Bukumba, de la Kajai et de la Kankuma. Les bananes constituent la nourriture de base de la population et un certain revenu est obtenu par la vente de ce produit à Bukoba. Quoiqu'il y ait beaucoup de bétail sur les coteaux, on en fait apparemment peu de commercialisation et les fermiers sont comme toujours peu disposés à vendre, préférant souvent voir leur bétail mourir de vieillesse. Le bétail joue toutefois un rôle important dans le cycle de fertilisation, la valeur du fumier de ferme étant très appréciée par les agriculteurs.

Les récents essais de culture du riz le long des marais de la Bukumba, de la Kajai et de la Kankuma ont été signalés dans la section 2.5. A part l'arrachage de très petites quantités d'herbes pour le paillage dans les plantations de café et de bananes, la production de riz était la seule activité agricole remarquée dans les sols de fond des vallées durant une visite de la région en avril 1975.

Le riz était cultivé surtout en de petites parcelles inondées aux extrémités des vallées. Le riz de variété Surinam avait été semé en novembre et décembre et transplanté en janvier. Sur les sols tourbeux la végétation de riz était pauvre et il y a des cas très répandus de maladie de la feuille. Le riz poussant sur les sols minéraux colluviaux était beaucoup plus vigoureux, mais il y avait encore de nombreux cas de maladie de la feuille, en particulier le "blast". Malheureusement aucune donnée de production n'a été obtenue, mais d'après les observations faites sur le terrain, les résultats de la culture du riz ne seraient pas très encourageants et la majorité des fermiers n'étaient pas très enthousiastes pour continuer cette culture. Les pauvres performances du riz sont presque certainement dues aux bas statuts nutritifs des sols qui sont probablement le principal facteur responsable de la propagation de la maladie.

L'introduction de la culture du riz sur les sols marécageux est le résultat d'une initiative des politiciens locaux et non du personnel local des services de vulgarisation. Bien que la culture puisse atteindre un succès limité sur les superficies des sols colluviaux, beaucoup de fermiers ont labouré en vain les sols tourbeux.

La superficie actuelle plantée en riz en 1975 en bordure des marais de la Bukumba, de la Kajai et de la Kankuma n'est pas connue, mais ne dépasse vraisemblablement pas 50 ha. On dit que le riz a été cultivé dans les marais dans la deuxième moitié de 1940, mais aucune information sur les performances obtenues à cette époque-là n'a été trouvée. On ne devra pas oublier d'enregistrer les expériences faites lors de la culture du riz en 1975 pour l'établissement d'un programme d'essais qui permettra de savoir si la production de riz offre un certain potentiel sur les sols tourbeux.



4. POTENTIEL DE MISE EN VALEUR

4.1 CONSIDERATIONS AGRICOLES

En établissant le potentiel de mise en valeur agricole des vallées de la Bukumba, de la Kajai et de la Kankuma, on a surtout considéré l'environnement, c'est-à-dire les sols et le climat de la région. L'environnement détermine la gamme de cultures qui peut être cultivée et sa productivité potentielle.

La classification des sols et des terres des trois vallées est donnée dans la section 2.4. Environ 90% des sols sont des tourbes profondes, à une profondeur de plus de 100 cm. Le statut de fertilité de toute la superficie de ces sols tourbeux est extrêmement bas. Le pH est de l'ordre de 4,0 à 4,5 et sera encore plus bas après le drainage. La densité de la masse est au-dessous de 1, ce qui entraîne une très basse disponibilité de matière nutritive. Dans la classification de terre, 74% des sols tourbeux profonds ont été placés en classe 6 et sont considérés comme totalement inaptes à une mise en valeur. Les 26% restants des sols tourbeux profonds ont été placés en classe 4 à cause de leur degré de décomposition très élevé et du potentiel de réduction bien moins élevé.

Aucune tentative n'a été faite par la population indigène pour utiliser cette classe 4 qui est suffisamment bien drainée en saison sèche pour être cultivée. Ceci montre quelque peu l'existence d'un potentiel de mise en valeur de cette classe 4 assez faible dû à des statuts de fertilité très bas. Il existe peu de cultures qui pourraient avoir des rendements satisfaisants sur des sols aussi acides.

Le thé pourrait être une exception, mais la nature des tourbes des vallées de la Bukumba, de la Kajai et de la Kankuma est très différente de celles des vallées du Rwanda où le thé est cultivé avec succès. La principale différence entre ces tourbes est le degré d'humidité beaucoup plus bas et la présence de matériaux ligneux dans les profils des vallées de la Bukumba, de la Kajai et de la Kankuma. Les sols de tourbe de la Bukumba et autres ont par conséquent une fertilité beaucoup plus basse, en partie à cause des basses densités de la masse et de la faible disponibilité nutritive des plantes par unité de volume de sol et en partie à cause de l'acidité élevée des sols. Ces tourbes ont de plus un facteur de réduction plus élevé que les tourbes des vallées du Rwanda et pourraient créer des problèmes pour le développement des racines et à leur exposition, pour une culture pérenne comme le thé.

La rectification des déficiences nutritives des sols tourbeux sera nécessaire pour n'importe quelle culture. Des apports d'engrais réguliers importants seront nécessaires pour maintenir la fertilité à cause du lessivage élevé des matières nutritives qui est inévitable lors qu'on a une moyenne de précipitations annuelles de 2000 mm. Les pertes de matières nutritives peuvent être dues aussi à la fluctuation de la nappe phréatique. La disponibilité de matière nutritive dépend aussi de la profondeur d'enracinement qui sera réduite par la profondeur peu importante de la nappe

phréatique. Toutefois, en supposant qu'il puisse être possible d'améliorer et de maintenir les niveaux de fertilité avec des engrais chimiques, une culture de valeur élevée sera nécessaire pour justifier l'utilisation d'apports aussi coûteux. On ne cultive actuellement aucune culture de valeur élevée dans la région, et il n'en existe pas non plus qui puisse être introduite immédiatement avec un succès garanti.

La répartition des terres de la classe 4 est irrégulière, les plus grandes unités se rencontrent dans la vallée de la Bukumba. Il sera difficile de drainer les superficies des terres de la classe 4, souvent isolées, qui sont habituellement bordées en aval par les terres de la classe 6. Ces problèmes ont été exposés ailleurs, mais il convient de mentionner les conséquences de cette situation sur la mise en valeur agricole. Les terres de la classe 4 sont sujettes à des inondations en saison des pluies et ont une nappe phréatique élevée en saison sèche. L'abaissement de la nappe phréatique est d'une importance primordiale si un volume de sol maximum doit être exploité par les racines des cultures. Il semble peu probable que l'on puisse abaisser la nappe phréatique de façon importante sans avoir à améliorer le drainage des sols de la classe 6 légèrement plus bas. En effet, il est tout à fait vraisemblable que le drainage de petites surfaces isolées ne soit pas réalisable. Les problèmes ne devraient pas être importants au début, mais la réduction inévitable des sols des terres de la classe 4, lors de la mise en culture, pourrait bien entraîner une impossibilité de l'évacuation de l'eau de drainage dans les terres de la classe 6 si l'on ne construit pas de digues pour la protection contre les crues et des installations de drainage pompé.

Les terres de classes 2 et 3 sont aussi dispersées en petites parcelles le long des marécages. De plus grandes superficies se rencontrent dans la partie nord-ouest de la vallée de la Kankuma qui fait partie de la plaine d'inondation de la Kagera et dans la partie centrale de la vallée de la Bukumba. Les sols de ces régions sont généralement des sols minéraux ou tourbes superficielles bien décomposées et ils présentent manifestement un potentiel de mise en valeur. Le niveau général de fertilité de ces sols est bas, mais avec un drainage satisfaisant et l'emploi d'engrais, il serait possible d'obtenir de bons niveaux de production. Toutefois, il ne serait pas réaliste de considérer la mise en valeur de superficies éparpillées des terres des classes 2 et 3 comme un projet important. Il serait préférable que la mise en valeur de ces régions se fasse par les agriculteurs locaux de leur propre initiative.

4.2 CONSIDERATIONS TECHNIQUES

Il y a trois facteurs qui dominent la mise en valeur potentielle des vallées de la Bukumba, de la Kajai et de la Kankuma:

- la pente longitudinale des vallées
- l'intensité des précipitations
- la superficie et la profondeur des sols tourbeux

On a préparé une carte topographique des vallées pour cette étude. Cette carte a été faite à l'échelle de 1:25.000 avec des courbes de niveau espacées de 3 m. Elle est reproduite ici (figure A.2 dans l'appendice) à une échelle de 1:50.000. Cette carte a été établie à partir de photographies aériennes à la même échelle, ce qui donne une exactitude de ± 3 m environ.

Les vallées de la Kankuma et de la Kajai ont été exclues de la mise en valeur parce qu'elles étaient formées en grande partie de sols de la classe 6. Même si ce n'était pas le cas, leur mise en valeur serait irréalisable, pour peu qu'elle soit possible, à cause de la dénivellation insuffisante des vallées pour un drainage gravitaire. Les problèmes de drainage sont accentués par la nature de la tourbe qui est sujette à des forts tassements lors du drainage. Ceci est démontré par les résultats des études de drainage pour la vallée de la Bukumba, qui sont donnés en suivant et dont on peut se servir pour les vallées de la Kankuma et de la Kajai.

La vallée de la Bukumba, bien qu'elle comprenne plus de 50% de terres de la classe 6, a aussi des sols de classes meilleures. Toutes ont cependant des problèmes de drainage qui proviennent principalement de la forte intensité des précipitations.

Tous les types de sols qui ont été étudiés pour la mise en valeur sont tourbeux. A cause de leur forte humidité, les sols tourbeux sont sujet à des tassements importants lors du drainage. Cet affaissement est continu, mais il est beaucoup plus prononcé au départ et représente d'habitude une réduction de 60 à 80% du volume de la tourbe sèche.

Un tel affaissement présente des problèmes considérables de drainage dans les terres situées plus bas. Pour que le drainage soit efficace, l'évacuation du système ne doit jamais être restreinte et la pente du radier des drains doit être bonne. Ceci est particulièrement vrai pendant les mois de l'année où les précipitations sont les plus importantes et le besoin de drainage le plus grand. Dans le cas des sols tourbeux, il est nécessaire d'enfoncer continuellement les drains au fur et à mesure de l'affaissement du sol afin de maintenir leur rendement. Ceci a pour résultat un abaissement graduel du niveau du radier du réseau. Par conséquent, dans une vallée telle que celle de la Bukumba, où il y a une pente insuffisante et où il existe des problèmes d'évacuation, la superficie des terres mises en valeur diminue progressivement à cause du tassement du sol. Ceci ne pourra être rectifié que par une évacuation pompée.

Des intensités de précipitations de 56 mm/heure ont été enregistrées en 1971 à Bukoba et des orages d'une intensité à peu près pareille ont lieu plusieurs fois au cours d'une année typique. La probabilité des orages plus forts est élevée puisque la moyenne mensuelle des précipitations pour avril atteint presque 400 mm. Une estimation de l'écoulement de pointe lors d'un orage de cette intensité peut être faite à partir de formule rationnelle. Les bassins versants de ces vallées sont petits et comprennent des collines aux flancs escarpés. Lors d'un orage de 56 mm/heure se produisant en avril, il devrait se produire une saturation rapide du bassin versant et un coefficient élevé de l'écoulement. Lors de l'estimation de l'écoulement de pointe on a choisi un coefficient de 0,7. Pour la vallée de la Bukumba, cela donne une estimation d'un débit de pointe d'environ $350 \text{ m}^3/\text{s}$.

Il est clair que pour évacuer un tel volume d'eau, on a besoin de drains de dimensions importantes dans une vallée comme celle de la Bukumba où la dénivellation est limitée. Pour le drainage de sols tourbeux la profondeur du drain ne devrait pas dépasser 2,5 m. Une profondeur plus importante provoquerait un abaissement trop grand de la nappe phréatique dans la vallée pendant la saison sèche, suivi par un affaissement très élevé.

L'estimation des besoins de drainage de la vallée peut être tirée des courbes de la figure 4.1.

Si l'on suppose un débit de pointe de $350 \text{ m}^3/\text{s}$ et une profondeur de drain de 2,5 m, une largeur de chenal d'environ 70 m est nécessaire pour un drain ayant une pente de 1 m/km et une largeur de 50 m pour une pente de 2 m/km. La figure 4.1 montre que la dernière pente n'est pas possible puisque l'évacuation du système serait inondé après avoir parcouru un tiers de la vallée et que l'excavation dépasserait 2,5 m. Par conséquent, la pente minimum admissible pour le drain est de 1 m/km. Ainsi, si l'on ignore l'affaissement provoqué par le drainage des sols tourbeux, seuls 40% de la vallée au maximum pourraient être initialement mis en valeur.

La superficie des terres de la classe 3 se trouvant au centre de la vallée ne peut pas être drainée gravitairement puisqu'elle est située trop près du Lac Victoria pour permettre l'installation d'un drain de dimensions et de pente suffisantes. Il n'est pas possible de drainer cette région avec une pente de drain de 1 m/km puisque l'évacuation d'un tel drain serait submergée avant qu'elle n'ait atteint les abords des terres de la classe 3.

L'estimation d'une largeur de drain de 70 m exclut les drains secondaires qui seront nécessaires dans les sols tourbeux pour maintenir une surface de nappe phréatique plus ou moins uniforme. Puisque la largeur de la vallée est en moyenne de 700 m dans sa partie inférieure, la superficie nette de mise en valeur ne dépassera pas 50% de la superficie totale. Ceci ajouté à l'important investissement nécessaire, les frais annuels d'entretien des drains, la fertilité limitée du sol, le besoin d'équipement en pompes de drainage après une période de 10 ans environ au maximum à cause de l'affaissement des sols, rend la vallée de la Bukumba inapte à une mise en valeur.

Cependant, il y a des superficies le long de la vallée qui pourraient convenir pour la mise en valeur de petites propriétés. Ces superficies sont légèrement plus hautes que le reste de la vallée et souffrent seulement d'un mauvais drainage provoqué par l'écoulement excessif venant des collines.

Dans ces régions le drainage pourrait être amélioré par la construction de drains longeant le haut des pentes de superficies adéquates. Ces drains pourraient ensuite être reconduits vers la vallée en aval des meilleurs sols. Ceci permettrait la culture pendant la majeure partie de l'année, mais le drainage resterait un problème pendant l'époque des fortes pluies de mars, avril et mai.

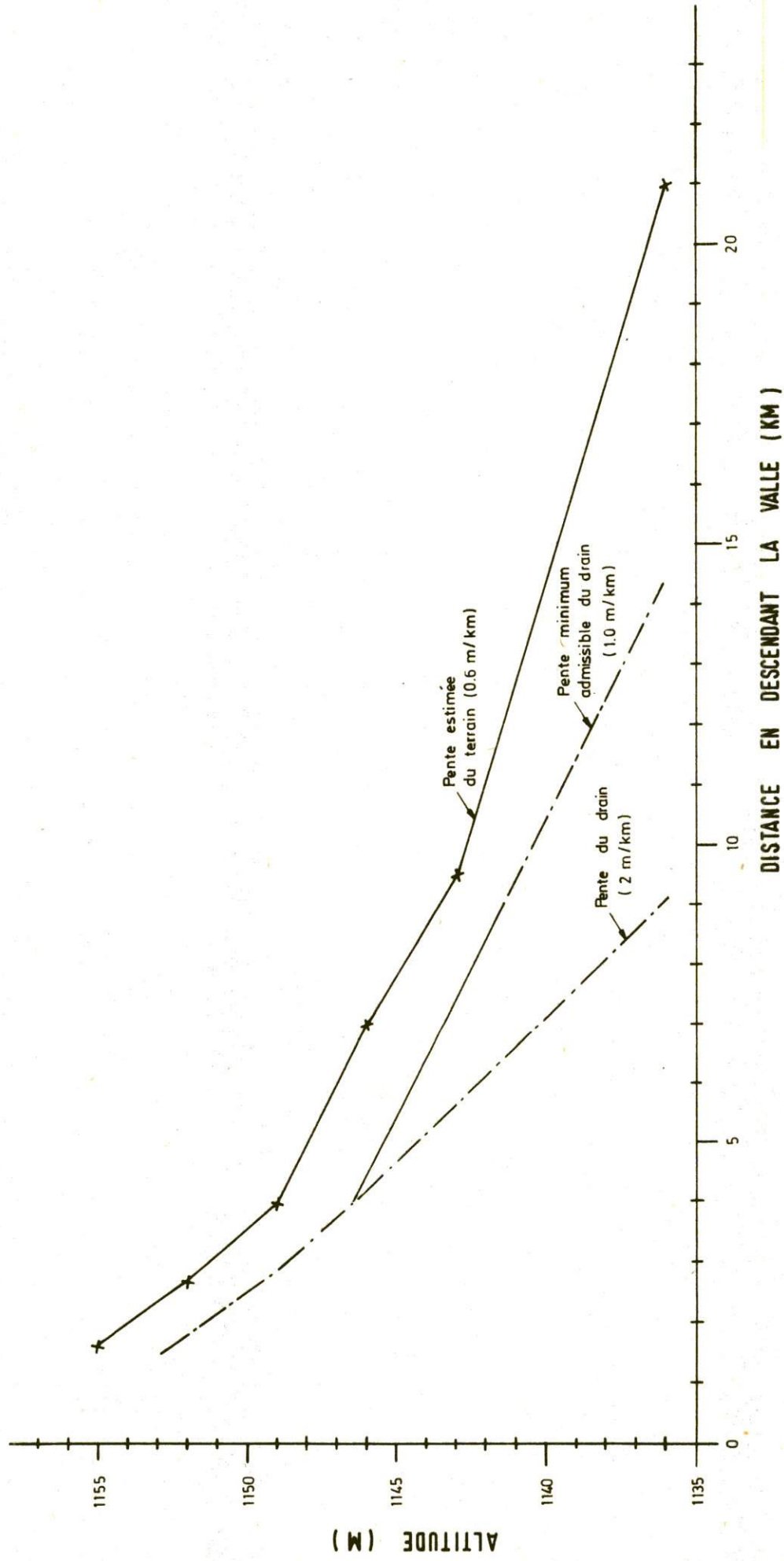
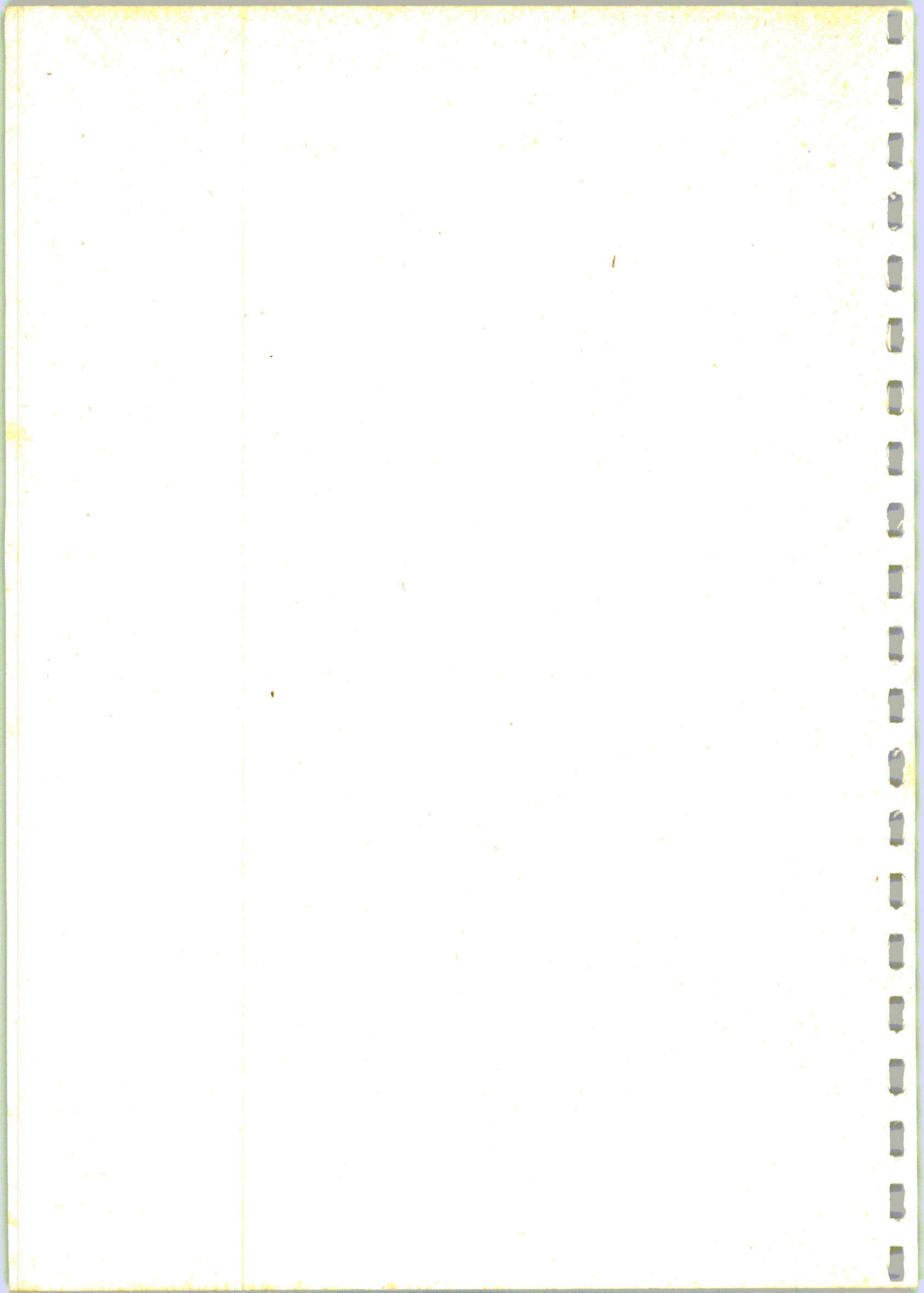


FIGURE 4.1 - PENTES DE DRAINAGE POSSIBLES POUR LA VALLEE DE LA BUKUMBA



La mise en valeur des marais de la Bukumba, de la Kajai et de la Kankuma à des fins agricoles cause de gros problèmes. Les difficultés d'un drainage efficace des terres des vallées sont d'une énorme importance et sont resumées ci-dessous.

- Les superficies des bassins versants des vallées ne sont pas grandes mais elles sont composées de pentes abruptes avec des sols très superficiels et quelques rochers en affleurement. Les coefficients de l'écoulement pour de tels bassins versants seront très élevés, de l'ordre de 0,7 lors de forts orages. La moyenne annuelle des précipitations sur les bassins versants est d'environ 2000 mm, et il y a régulièrement des orages de très forte intensité. La combinaison d'un écoulement important, d'orages de forte intensité et du manque de pente dans les vallées, nécessite la construction d'un système de drainage coûteux et élaboré pour prévenir les inondations brusques. Le réseau des lits de drainage occupera une partie importante de la surface potentielle de mise en valeur.
- La majorité des terres des vallées est composée de sols tourbeux grossiers ayant un facteur de réduction très élevé. Après le premier drainage de ces sols, une excavation continue sera nécessaire pour maintenir les profondeurs des lits de drainage à un niveau satisfaisant. A long terme, en supposant qu'un drainage efficace se fasse, la réduction de sols tourbeux provoquerait un abaissement général du niveau de la terre, ce qui empêcherait éventuellement un drainage gravitaire.

Aucune estimation détaillée des coûts n'a été faite pour le drainage des vallées de la Bukumba, de la Kajai et de la Kankuma. Il est évident, toutefois, qu'avec l'exemple des calculs de l'écoulement de pointe provenant de la vallée de la Bukumba de 350 m³/s provoqué par un orage de 56 mm/h, les quantités d'eau devant traverser ces trois vallées sont énormes. Les coûts d'implantation d'un système de drainage sont certainement extrêmement élevés, et il faut leur ajouter les coûts d'entretien très élevés qui seront sans nul doute nécessaires dans ces sols tourbeux, et en dernier lieu les coûts d'installation de pompes de drainage.

Les sols tourbeux ont tous une fertilité très basse à cause d'un pH peu élevé et à cause d'une faible densité de la masse. On ne peut pas prévoir de façon sûre de hauts niveaux de productivité, même avec des apports nutritifs importants pour les plantes. Peu de cultures de valeur, si ce n'est aucune, peuvent s'adapter aux fortes précipitations et aux conditions de sol acide.

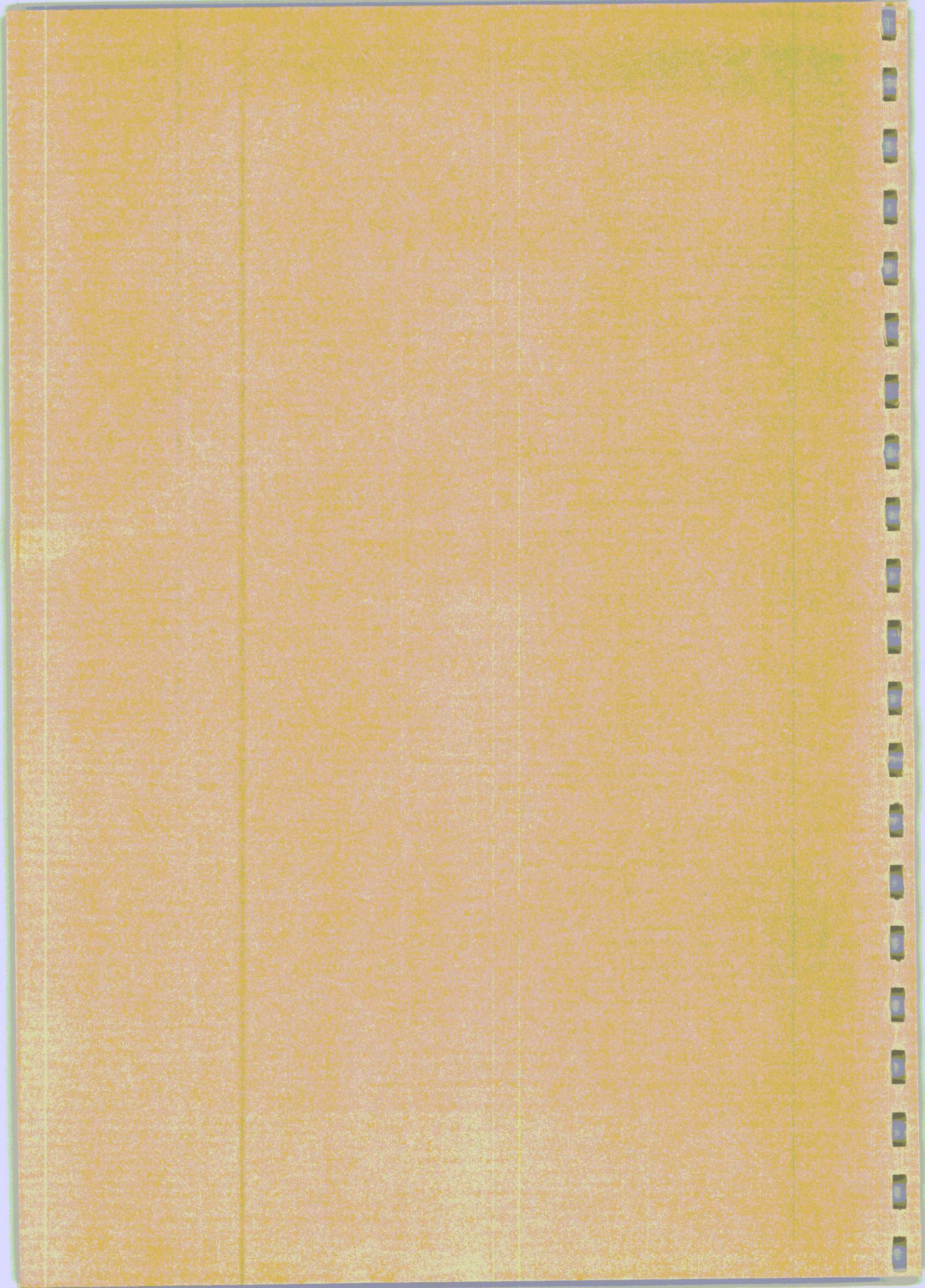
Si l'on tient compte de la taille du système de drainage, des coûts d'entretien et du peu de bénéfices qui peuvent être attendus des sols tourbeux, on doit en conclure qu'il n'y a aucune raison de poursuivre actuellement toute activité du projet. La priorité pour des projets d'irrigation et de drainage devrait être donnée aux régions de sols d'alluvions à l'ouest de

Bukoba comprenant les régions d'Ikimba, de Kajunguti, de Nkenge et de Kyaka-Kakono.

Dans l'avenir, d'autres recherches dans la vallée de la Bukumba pourraient être effectuées puisque cette vallée contient une plus large superficie de sols relativement meilleurs. Ces recherches devraient commencer par une étude topographique détaillée suivie de la sélection d'une région convenant pour des études pilotes. La région pilote serait utilisée pour un programme d'essais agronomiques et d'études de la tenue des sols tourbeux dans des conditions de drainage prolongé.

APPENDICE

P E D O L O G I E



APPENDICE : PEDOLOGIE

<u>TABLE DES MATIERES</u>		<u>PAGE</u>
1.	CARACTERISTIQUES GENERALES	A - 1
1.1	Situation	A - 1
1.2	Géologie	A - 1
1.3	Relief	A - 2
1.4	Végétation	A - 2
2.	LES SOLS	A - 4
2.1	Méthodes de l'étude	A - 4
2.2	Classification des sols	A - 4
2.3	Les unités des sols	A - 7
2.3.1	Sols colluviaux/alluviaux le long des marécages - Groupe A	A - 7
2.3.2	Les sols du plus haut niveau d'alluvions - Groupe B	A - 8
2.3.3	Sols d'alluvions récentes de l'actuelle plaine d'inondation - Groupe C	A - 10
2.3.4	Sols de tourbe superficielle - Groupe D	A - 12
2.3.5	Sols tourbeux profonds - Groupe E	A - 13
2.3.6	Résumé	A - 15
3.	CLASSIFICATION DES TERRES	A - 17
3.1	Principes généraux	A - 17
3.2	Classes de terre	A - 18
3.3	Classes et sous-classes de terre	A - 19
3.3.1	Classe 2sd	A - 19
3.3.2	Classe 3s	A - 19
3.3.3	Classe 3d	A - 20
3.3.4	Classe 3sd	A - 20
3.3.5	Classe 4	A - 20
3.3.6	Classe 6sd	A - 21

SUPPLEMENT 1 : PROFILS PEDOLOGIQUES

SUPPLEMENT 2 : DONNEES DE LABORATOIRE

FIGURES

Suit page

A.1	Situation générale	A - 2
A.2	Les vallées de la Bukumba, de la Kajai et de la Kankuma - Sols	En pochette
A.3	Les vallées de la Bukumba, de la Kajai et de la Kankuma - Classification des terres	En pochette

TABLEAUX

PAGE

A.1	Légende de classification des sols	A - 6
A.2	Surfaces des unités de sol	A - 16
A.3	Répartition des classes et sous-classes de terres	A - 23

APPENDICE

PEDOLOGIE

1. CARACTERISTIQUES GENERALES

1.1 SITUATION

Ces trois vallées se situent dans la West Lake Region, au nord de Bukoba. Les vallées de la Bukumba et de la Kajai coulent directement au Lac Victoria, à Kabanga Bay, tandis que la vallée de la Kankuma se jette dans le lac en Ouganda, formant une section de la partie inférieure de la plaine d'inondation de la Kagera (figure A.1). Les trois unités de vallées sont séparées par d'étroites chaînes de coteaux excepté dans la région avoisinant le lac, où les vallées de la Kajai et de la Bukumba fusionnent. La longueur totale de ces vallées est d'environ 30 km en ce qui concerne la Bukumba et la Kajai, et d'environ 23 km à la limite de la Tanzanie et de l'Ouganda dans le cas de la Kankuma. La superficie couverte par cette étude est quasiment de 18.000 ha.

1.2 GEOLOGIE

Les vallées et leurs bassins versants se situent entièrement à l'intérieur de la formation de grès de Bukoba, constitués principalement de grès fin à moyen, avec des schistes siliceux durs dans la partie inférieure. Cette formation consiste en un alignement nord-sud dans la région considérée, à des altitudes comprises entre 1350 m au maximum et 220 m au-dessus du niveau du lac. Les bassins versants des trois vallées ont une surface très limitée, consistant principalement en petits cours d'eau à pentes rapides s'écoulant d'étroites crêtes. Ainsi la surface des vallées est relativement grande par rapport à la région totale des bassins versants.

A part les sections moyennes et supérieures de la Bukumba, les vallées semblent représenter des anciennes branches du lac qui ont été comblées par des alluvions et surtout par de la tourbe. Puisque la profondeur de tourbe dans les principales régions marécageuses dépasse 5 m, la base de ces sols tourbeux est probablement au-dessous du niveau des eaux du lac, avec tous les problèmes de drainage que cela implique.

Le principal matériel parental du sol de ces trois vallées est la tourbe qui occupe environ 93% du total de la superficie cartographiée. Les matériaux parentaux non-organiques se trouvent seulement dans la vallée moyenne et supérieure de la Bukumba et dans la région nord-ouest de la Kankuma, où le matériel parental alluvial est une partie de la plaine d'inondation de la Kagera.

Dans la vallée de la Bukumba, l'alluvion est de texture assez variée, mais a normalement une forte teneur de sable moyen à fin, dérivé du grès de la formation de Bukoba. Dans la petite surface de la plaine d'inondation de la Kagera qui est comprise dans cette superficie étudiée, l'alluvion est principalement finement texturée avec un matériel grossièrement texturé, ayant une très haute teneur de sable fin, occupant les vestiges des anciennes levées et des méandres de petites baies.

Le pourtour des marécages est une très étroite frange de matériel colluvial, de texture très sableuse. Par endroits, ce matériel colluvial est remplacé par de petites surfaces de matériel provenant de cônes d'alluvions ou de texture similaire, où les petites rivières affluentes aboutissent brusquement dans le marécage même.

1.3 RELIEF

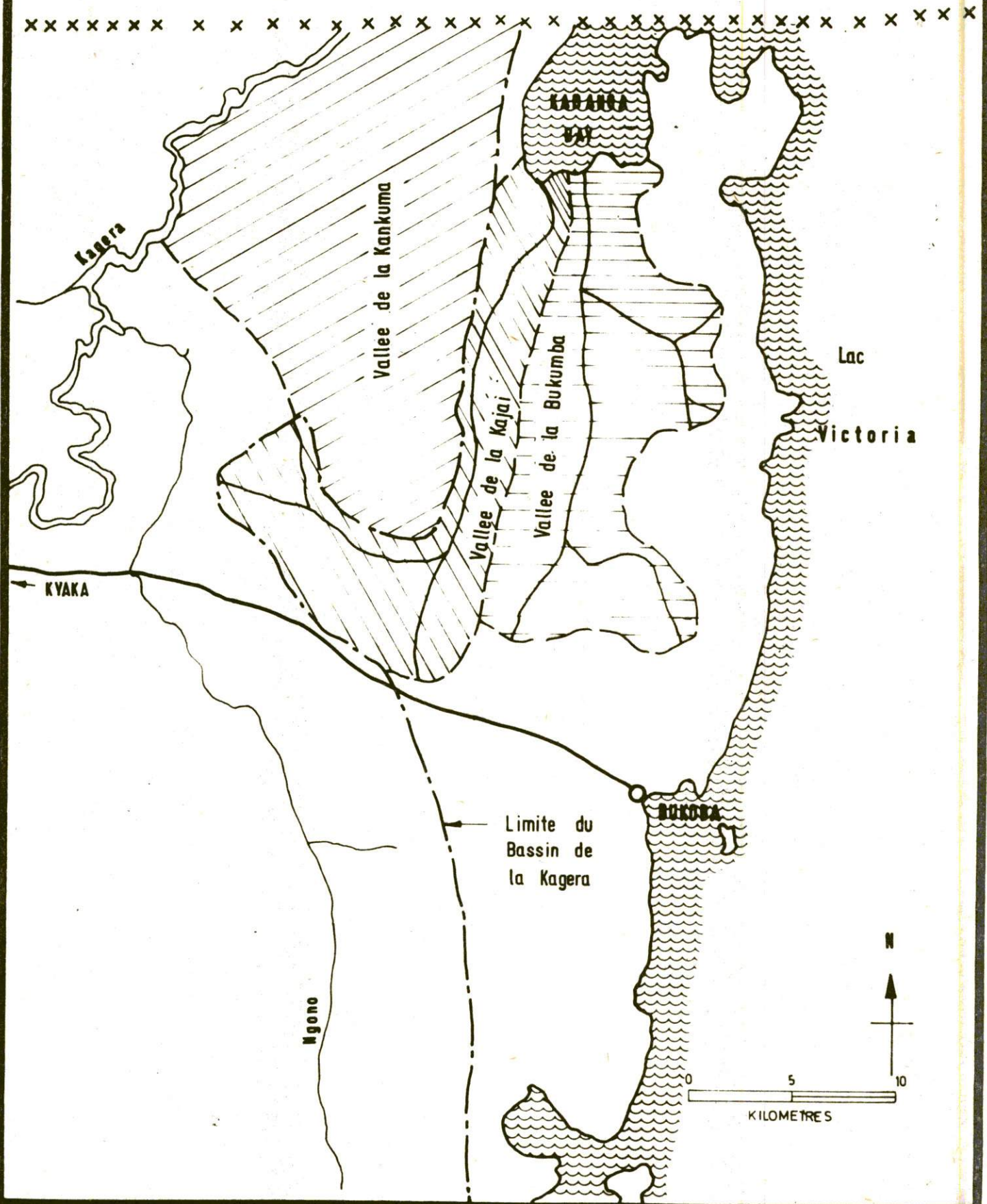
La topographie dans la figure A.2 est à l'échelle de 1/50.000 et les courbes de niveau sont espacées de 3 m. Comme indiqué antérieurement, les vallées sont bordées par des collines de 220 m au-dessus du niveau du lac. Ces collines sont généralement en pentes rapides et rocheuses, quelque peu asymétriques et plus escarpées à l'est qu'à l'ouest, avec la ligne de partage des eaux étant aussi plus fermée sur les crêtes est que sur les crêtes ouest.

Dans les vallées mêmes, seules les sections moyennes et supérieures de la Bukumba ont quelques dénivellations longitudinales importantes. La plupart de la surface des régions marécageuses est seulement légèrement au-dessus du niveau du lac. Dans les sections transversales les principaux marécages peuvent être légèrement en forme de dôme avec une ligne de drainage légèrement plus basse à travers le milieu du marécage et avec une ligne de drainage secondaire le long de la rive du marécage, parallèle à la rive de collines.

1.4 VEGETATION

L'espèce que l'on rencontre partout à travers la région marécageuse est l'herbe *miscanthidium violaceum*. Elle est habituellement l'espèce dominante et dans plusieurs cas suffisamment dense pour qu'il n'y ait que peu d'autres espèces représentées. Le *miscanthidium* de 4 m de hauteur se rencontre principalement près des lignes de drainage et dans d'autres endroits particulièrement humides. Plus habituellement, cette espèce bien que dominante n'est pas très dense et ne dépasse pas 2 m de hauteur. Les espèces associées généralement sont le *loudetia phragmitoides*, des variétés de *carex*, de *panicum*, de *mikani* et des sphaignes. Dans certaines régions plus sèches, le *miscanthidium* n'est plus dominant et est remplacé par une composition de végétation plus variée, généralement de plus courte taille. Les espèces de *carex* dominent souvent.

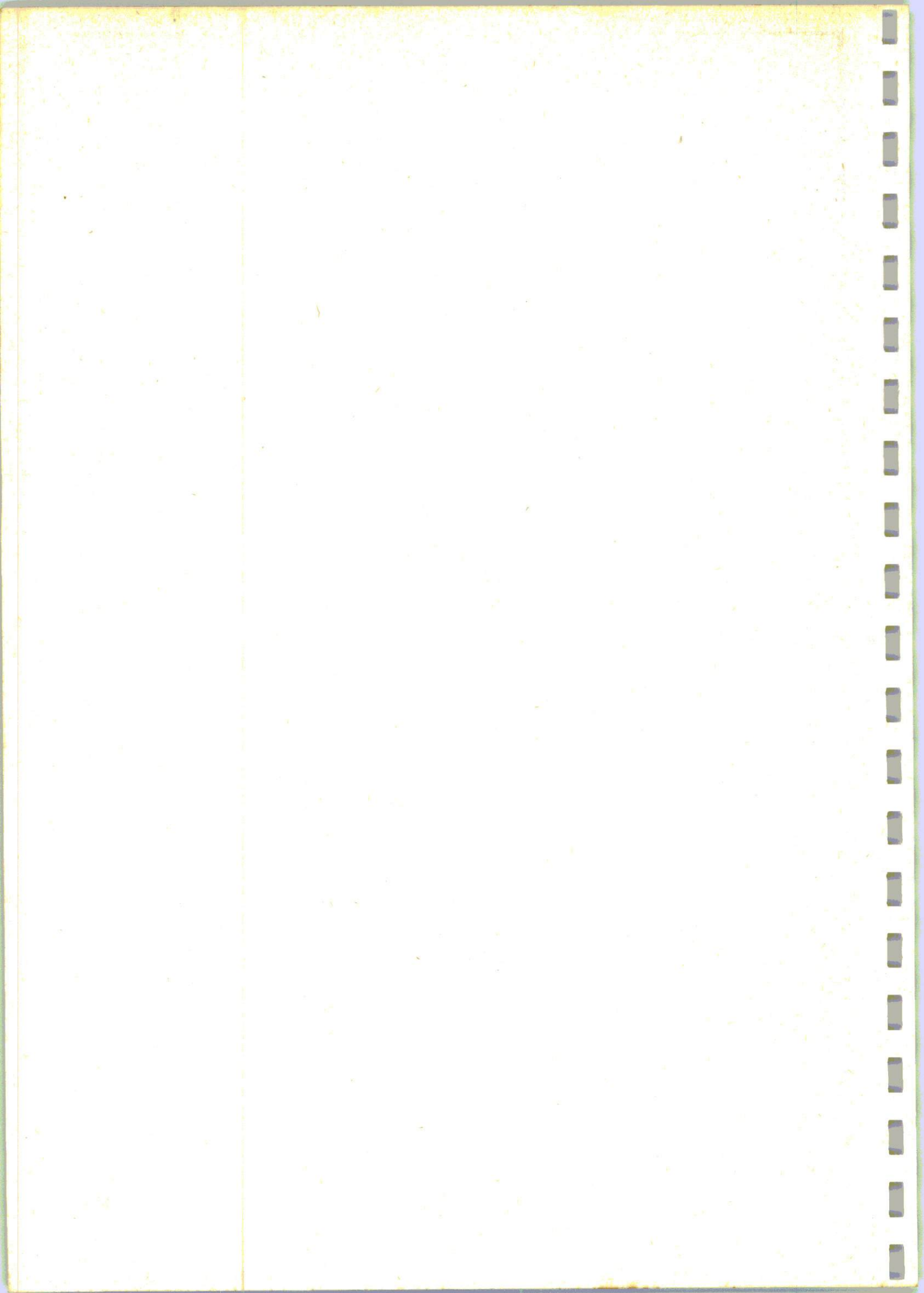
UGANDA



BASSIN DE LA KAGERA

SITUATION GENERALE

FIGURE A-1



Dans certaines régions, habituellement le long des marécages où les inondations pendant les saisons des pluies sont considérables, il y a une végétation variée de broussailles basses, telles que acanthus et kotschya.

Il y a aussi des régions éparses de forêts marécageuses qui semblent être des vestiges d'une forêt plus importante. Dans de nombreuses régions on trouve des souches et des racines près de l'actuelle surface de tourbe. Pendant la période de formation de la tourbe, il semble qu'il y ait eu des changements dans la végétation composante de laquelle les dépôts de tourbe ont été dérivés. Sur une grande surface de la région, une couche de débris ligneux se rencontre à une profondeur de 90-140 cm, souvent associée à une tourbe légèrement plus décomposée que celle rencontrée dans les couches au-dessus et en-dessous de celle-ci. Ceci peut représenter la période quand la surface de tourbe était encore sèche pour permettre une certaine quantité d'oxydation de la matière organique. Les couches de matériaux ligneux ont aussi été trouvées aux profondeurs entre 4 et 5 mètres.

Il y a d'assez fréquents incendies de la végétation marécageuse, ce qui procure des pâturages aux animaux sauvages, spécialement aux cervidés, qui apparaissent représenter un effectif assez élevé, et qui facilite la chasse. Cette herbe des marécages n'est pas pacagée par le bétail dans ces régions.

2. LES SOLS

2.1 METHODES DE L'ETUDE

Une étude préliminaire sur des photos aériennes à l'échelle de 1/50.000 prises en septembre 1974 a été effectuée pour délimiter les types de végétations et les caractéristiques de drainage. Ces informations de la photo-interprétation ont servi à planifier le programme du travail sur le terrain.

A l'origine, il a été projeté une étude de 10.000 ha à une densité d'observation de 1 sondage par 50 ha. Toutefois, il est vite devenu apparent que la tourbe occupait de grandes superficies, et il a été décidé d'étendre la superficie étudiée pour savoir s'il existait quelques superficies importantes de sols non-tourbeux. A cause de la considérable uniformité des sols tourbeux et pour gagner du temps autant que possible, la densité totale d'observations a été réduite. En effet, environ 15.000 ha ont été étudiés à une densité moyenne de 1 sondage par 80 ha et de plus, 3.000 ha examinés très brièvement, pour donner une superficie cartographiée totale de 18.000 ha environ.

Les observations ont été faites au moyen d'une tarière Edelman à une profondeur de 250 cm avec certains sondages examinés à 550 cm. Des échantillons ont été prélevés dans 19 sondages à trois profondeurs différentes dans les 150 cm supérieurs. Un total de 57 échantillons a été réuni pour des analyses de laboratoire.

En complément du travail effectué sur le terrain, une carte préliminaire des sols à l'échelle de 1/50.000 a été établie, basée sur les données du terrain et finalisée à cette échelle quand les données de laboratoire et les cartographies de bases ont été disponibles.

2.2 CLASSIFICATION DES SOLS

Les sols de cette superficie ont été groupés en cinq principaux groupes de sols, basés surtout sur la nature et l'origine du matériel parental. Les cinq groupes principaux sont:

Groupe A - Sols dérivés de matériel parental colluvial/alluvial le long des bords de marécages. Gleyifié partout.

A l'intérieur de ce groupe, deux unités de sol sont basées sur la texture, l'unité de sol A1 comprenant tous les sols moyennement texturés aussi fin que, ou plus fin que du limon sable moyen. L'unité A2 comprenant tous les sols avec des textures plus grossières que de limon sable moyen.

Groupe B - Sols très élevés dans les levées d'alluvions, fréquemment anciennes et des restes de coeur de méandre. Sous-sol gleyifié.

Trois unités de sols ont été différenciées à l'intérieur de ce groupe, basées sur la texture. L'unité B1 comprend des sols d'argile finement texturés, d'argile limoneuse et d'argile fin sable. L'unité B2 comprend les sols moyennement texturés, rangés dans la texture limon sableux à limon argileux, et l'unité B3 comprend les sols à textures plus grossières que le limon sableux.

Groupe C - Alluvion récente de la plaine d'inondation actuelle, sujette aux inondations et à l'accroissement. Gleyifié partout.

Trois unités de sols sont reconnues sur les bases de la texture comme pour les sols du groupe B: C1, C2, C3, comprenant respectivement des sols finement, moyennement et grossièrement texturés. La dernière de ces unités occupe de trop petites surfaces pour être cartographiée.

Groupe D - Sols superficiellement organiques, moins de 100 cm, recouvrant des alluvions. Un sol est considéré comme étant organique s'il a plus de 35% de matière organique à l'analyse de perte de combustion.

On trouve deux unités: D1, comprenant les sols de ce groupe dans lesquels l'alluvion sous-jacente est finement texturée; par ex. argile, argile limoneuse et argile fin sable, tandis que D2 comprend tous les sols dans lesquels l'alluvion sous-jacente est plus grossière que fine comme défini ci-dessus pour l'unité D1.

Groupe E - Ce groupe comprend tous les sols de tourbe plus profonds que 100 cm. Pour ce groupe la tourbe est définie comme un matériel contenant plus de 65% de matière organique, mesurée par l'analyse de perte de combustion. La division initiale de ce groupe est basée sur la profondeur du matériel non-organique. Alors que E1 comprend les sols tourbeux entre 100 et 200 cm de profondeur, E2 comprend la tourbe de 200 à 300 cm de profondeur et E3 est de la tourbe plus profonde que 300 cm. Chacun de ces sous-groupes est, de plus, divisé en trois unités sur la base du degré de décomposition et est repéré par a), b) ou c). Ainsi a) indique une tourbe moyennement décomposée dans le sommet de 150 cm; b) tourbe pauvrement décomposée; c) tourbe très pauvrement décomposée. Le degré de décomposition a été estimé à partir de la couleur, la facilité avec laquelle les restes de plantes peuvent être individuellement identifiés et la quantité de matière organique finement divisée ou colloïdale, contenue dans l'eau provenant d'un échantillon de tourbe pressée. Une indication supplémentaire est la facilité avec laquelle le matériel peut être écrasé entre le pouce et l'index.

Deux unités supplémentaires ont été identifiées dans ce groupe de tourbe: l'unité E4 qui comprend les débris organiques bruts,

Tableau A.1

LEGENDE DE CLASSIFICATION DES SOLS

Groupe de sol	Origine	Unité de sol	Caractéristiques
A	Sols de dérivation alluviale/colluviale, le long des bords de marécages, gleyifiés.	A1	Sols pauvrement drainés de moyenne texture de limon sableux à limon argileux sableux; haute teneur de moyen et grossier sable.
		A2	Sols pauvrement drainés de grossière texture, plus grossière que limon sableux, très haute teneur de moyen et grossier sable.
		B1	Imparfaitement à pauvrement drainés; argile, argile limoneuse et argile très fin, sable finement texturé.
B	Sols du plus haut niveau d'alluvions; anciennes levées et noyaux de méandre; sous-sol gleyifié.	B2	Imparfaitement drainés; limon sable fin à limon argileux moyennement texturés; haute teneur de fin sable et limon.
		B3	Imparfaitement drainés, grossièrement texturés, plus grossier que limon sable fin; très haute teneur de fin sable.
C	Alluvions récentes de l'actuelle plaine d'inondation, sujette aux inondations.	C1	Très pauvrement drainés; finement texturés; horizon de surface de fange.
		C2	Pauvrement drainés; moyennement texturés; horizon de surface humifié.
D	Tourbe superficielle de < 100 cm; tourbe contenant > 65% de matière organique.	D1	Très pauvrement drainés; tourbe recouvrant une alluvion finement texturée.
		D2	Très pauvrement drainés; tourbe recouvrant une alluvion de texture plus grossière que fine.
E	Tourbe profonde de < 100 cm; tourbe contenant > 65% de matière organique.	E1	100-200 cm de tourbe: a) modérément décomposée; b) pauvrement décomposée; c) très pauvrement décomposée.
		E2	200-300 cm de tourbe: a, b et c comme ci-dessus.
		E3	Plus de 300 cm de tourbe: a, b et c comme ci-dessus.
		E4	Tourbe de papyrus de marécages brute flottante.
		E3/E4	Tourbe très pauvrement décomposée avec la nappe phréatique en permanence en surface.

flottants de marécages de c. papyrus et les unités E3/E4 qui contiennent de la tourbe très pauvrement décomposée à brute, dans les régions où la nappe phréatique est en permanence en surface ou au-dessus. Quoique très molle, cette tourbe n'est pas flottante.

Un résumé est indiqué sur la carte des sols, figure A.2, et dans le tableau A.1.

2.3 LES UNITES DES SOLS

2.3.1 Sols colluviaux/alluviaux le long des marécages - Groupe A

Ce groupe de sols peut être considéré comme représentatif des plus basses pentes des chaînes de collines. La superficie est en pente douce, dépassant rarement 2° et concave dans son profil. La largeur de cette région de sols colluviaux/alluviaux est presque toujours très étroite et bien que toujours présente, est souvent trop étroite pour être cartographiée à l'échelle de 1/50.000. De plus, une succession de sol minéral à tourbeux se rencontre sur de très courtes distances horizontales. A partir du bord du sol minéral, une profondeur de tourbe dépassant 200 cm est atteinte, à moins de 100 cm dans la plupart des cas, spécialement dans les régions de la Kankuma et de la Kajai.

Puisque ces sols se rencontrent en bordure des marécages, ils ont une nappe phréatique élevée, habituellement entre 50 et 100 cm, et les sols sont gleyifiés partout. La texture est très variable, mais toutes contiennent d'importantes quantités de sable moyen.

Unité de sol A1

Cette unité comprend les sols colluviaux/alluviaux moyennement texturés, avec des textures de la catégorie des limons sableux à limons argileux sableux, rarement argiles sableuses. Cette unité a un sommet de limon sableux organique noir ou texture limoneuse d'une profondeur variant de 20 à 50 cm. La matière organique est normalement bien décomposée et l'horizon moyennement bien structuré. Ceci est dû en grande partie à la teneur en matière organique.

Sous-jacent cet horizon, il y a du limon sableux à limon argileux sableux, gris brunâtre à gris, très faiblement structuré, contenant ordinairement des taches rouges bien définies, spécialement le long du tracé des racines. La teneur en matière organique est basse et l'enracinement n'est pas bien développé dans cet horizon. Plusieurs racines se rencontrent dans l'horizon humifié supérieur. Cet horizon s'étend normalement à 80 ou 90 cm.

Au-dessous il y a du limon argileux sableux, sans structure, atteignant rarement à l'argile sableuse, mouillée et collante, sans taches jointives ou contenant peu de taches brunâtres diffuses. Cet horizon est au-dessous

de la nappe phréatique la plus grande partie de l'année, et a fréquemment une très petite cohésion à cause de sa très haute teneur en eau.

Au point de vue agricole, cette unité de sol a un potentiel raisonnable. Un drainage sera nécessaire pour contrôler la nappe phréatique, surtout en saison des pluies. Vraisemblablement, la plus grande partie de fertilité disponible est contenue dans l'horizon de surface humifié, et seulement de relativement faibles quantités dans les horizons sous-jacents. Quoique la matière organique de surface soit raisonnablement bien décomposée, elle peut communiquer un degré élevé d'acidité à l'horizon, ce qui, par conséquent, restreint les disponibilités de matières nutritives pour les cultures.

Unité de sol A2

Fondamentalement ce sol est plutôt similaire à l'unité A1, excepté pour le sous-sol qui est plus grossier. L'horizon de surface est du limon sableux humifié, noir, raisonnablement bien structuré avec de la matière organique bien décomposée. Cet horizon est bien enraciné. Sous-jacent cet horizon il y a généralement du sable limoneux, occasionnellement une légère texture de limon sableux, compact, bariolé et très faiblement structuré, de couleur gris brunâtre à gris. A environ 80 cm, cet horizon est suivi par un horizon très gleyifié, gris, de texture de sable limoneux à sable, sans structure et occasionnellement thixotropique.

La fertilité de ce sol est très basse, la plupart des matières nutritives étant contenues dans l'horizon de surface. Le pH de cet horizon de surface est aussi assez bas. Une restriction supplémentaire de ce sol, pour son utilisation agricole, à part son pauvre statut de drainage, sera sa capacité limitée de rétention en eau disponible, due à sa grossière structure et sa très haute teneur de sable moyen.

L'utilisation de ces sols, pour la culture, est en augmentation, souvent pour du riz, mais les résultats quant aux rendements obtenus, ainsi que la fréquence avec laquelle ils peuvent être cultivés avant d'obtenir un certain degré de fertilité, ne sont pas connus. Les champs sur lesquels le riz est cultivé sont plats et limités et autres cultures telles que les haricots et les noix bambara, sont cultivées sur des lits surélevés.

Dans ces régions de vallées où le drainage est très pauvre et la pente très faible, les sols du groupe A ont l'avantage considérable de posséder suffisamment de pente et de permettre ainsi un drainage relativement aisé.

2.3.2 Les sols du plus haut niveau d'alluvions - Groupe B

Les niveaux d'alluvions les plus élevés se rencontrent seulement dans des surfaces très limitées de la superficie étudiée. Une petite surface se rencontre dans la vallée moyenne de la Bukumba où il y a une section discontinue de levées du cours d'eau de la Bukumba. La principale surface de cette unité se situe dans la plaine d'inondation de la Kagera, du côté nord-ouest de la superficie étudiée, où elle est représentée par une levée et les restes d'un noyau de méandres provenant éventuellement d'un ancien cours des

rivières de la Kagera et de la Ngono. D'autres petites surfaces se rencontrent dans la vallée supérieure de la Kajai.

Les sols de ces plus hauts niveaux d'alluvions représentent les sols de vallées les moins gleyifiés; la nappe phréatique était généralement au-dessous de 100 cm au moment de l'étude (fin novembre 1974) et était probablement sujette à de nombreuses fluctuations saisonnières. La texture de l'alluvion est variable, mais caractérisée par une teneur élevée de sable fin, à l'exclusion de sable grossier. Dans le nord-ouest de la région de Kankuma ces sols sont ou ont été cultivés, quoique toutes les superficies étudiées soient en jachères.

Unité de sol B1

Cette unité occupe seulement une petite surface dans la vallée moyenne de la Bukumba. Le sol de surface est de texture limoneuse humifiée, avec une matière organique bien décomposée. Il est de moyenne et fine structure polyédrique sub-anguleuse moyennement à fort nette et l'horizon est très bien enraciné. Cet horizon est généralement profond de 15 à 20 cm. Sous-jacent cet horizon, il y a environ 30 cm d'argile limoneuse ou argile brun grisâtre fortement bariolée et ferme à très ferme. La structure est modérément à faiblement développée, et il y a peu de racines. L'horizon suivant est une variété d'argile limoneuse à argile grise, gris pâle et rouge, compacte et faiblement structurée avec une très pauvre teneur en matière organique, et très peu de racines, toutes dans les 15-20 supérieurs. Cet horizon s'étend à environ 100 cm et devient plus mouillé et plastique suivant la profondeur. Au-dessous 100 cm, le sol devient de plus en plus sableux, la texture la plus commune étant du limon argileux sableux. La consistance est très mouillée et collante et les taches faibles et diffuses. L'horizon est fortement gleyifié. La nappe phréatique est généralement entre 110 et 150 cm.

Le potentiel agricole de cette unité de sol est assez élevé, la principale restriction étant la basse perméabilité du sous-sol et la nappe phréatique occasionnellement élevée. Toutefois, comme déjà mentionné, la surface occupée par ces sols est très petite.

Unité de sol B2

L'unité de sol B2 se trouve sur la levée et dans le noyau des restes de méandres de la rivière, dans le nord-ouest de la région de Kankuma, où elle forme une partie de la plaine d'inondation de la Kagera, et dans la Kajai supérieure. Le sol est généralement moyennement texturé et consiste en un sol de surface de limon fin sable humifié, brun très foncé à noir. La matière organique est bien décomposée et l'horizon est friable avec une fine structure polyédrique sub-anguleuse et grumeleuse moyennement développée. L'horizon est très bien enraciné et a normalement une profondeur de 15-20 cm. L'horizon sous-jacent est de limon sableux très fin à texture limoneuse gris brunâtre avec de nombreuses taches rouges marquées. La consistance est ferme avec une moyenne à grossière texture polyédrique assez faiblement développée. La teneur en matière organique est basse. L'horizon est raisonnablement bien enraciné. Cet horizon s'étend à 30-35 cm. L'horizon

zon suivant est une texture limoneuse grise ou gris pâle, lourdement bariolée avec une haute teneur de très fin sable et limon. L'horizon est compact et faiblement structuré et la densité de racines est basse. Il apparaît présenter quelques restrictions au développement des racines. Au-dessous de 80 cm, le sol devient plus varié et la teneur d'argile augmente. La texture est de limon argileux sableux très fin à limon argileux, compact et faiblement structuré, avec seulement de rares racines. Au-dessous de 110-130 cm, le sol devient mouillé et collant et lourdement gleyifié.

Les principales restrictions agricoles proviennent de la teneur très élevée en très fin sable et limon, pauvre structure, sous-sol compact et assez basse perméabilité. Aussi le statut de fertilité inhérent à ces sols est très bas et incapable de supporter des cultures sans introduire une rotation de jachère et un apport d'engrais. De plus, l'unité de sol se rencontre dans de relativement petites unités, ce qui, puisqu'elles se situent à un niveau légèrement plus élevé que les terrains environnants, imposera certaines restrictions quant à leurs aptitudes à l'irrigation.

Unité de sol B3

Ce sol est rencontré dans les situations similaires à l'unité de sol B2 et en diffère seulement par sa teneur en argile. La texture est généralement de fin à très fin sable limoneux à environ 120 cm, où le sable devient de texture moyenne à grossière. Le sol a une surface plutôt humifiée, de même couleur et avec les mêmes taches à travers tout le profil que l'unité B2. Ses propriétés physiques sont plutôt meilleures que celles de l'unité B2, spécialement en ce qui concerne la capacité, mais il a une très basse fertilité.

2.3.3 Sols d'alluvions récentes de l'actuelle plaine d'inondation - Groupe C

Comme les sols du groupe B, les sols de ce groupe sont confinés dans la vallée moyenne de la Bukumba et au nord-ouest de la région de Kankuma. Ils représentent les très basses alluvions de la plaine d'inondation et sont donc principalement pauvrement ou occasionnellement très pauvrement drainés. Ils ont une nappe phréatique élevée la plupart de l'année et ils sont gleyifiés. Les textures d'alluvions sont variées mais ont généralement une très petite fraction de sable grossier, la plupart du sable étant fin ou très fin. Comme dans le cas du groupe de sol B, les sols du groupe C ont été divisés en trois unités sur les bases de la texture.

Unité de sol C1

Les sols de cette unité sont finement texturés étant largement de l'argile, argile limoneuse et plus rarement, de l'argile sableuse fine. Le sol de surface est principalement une fange noire bien décomposée (définie comme contenant 35% à 65% de matière organique à l'analyse de perte de combustion), ordinairement à environ 20-30 cm de profondeur. Le matériel est habituellement plutôt mouillé avec une consistance pâteuse. On a noté dans certains

cas, que lorsqu'il est plus sec, une structure fortement granuleuse s'est développée. Il est possible que ce matériel devienne irréversiblement sec, mais cette éventualité n'a réellement pas été rencontrée sur le terrain en dépit du fait que les incendies sont fréquents et qu'alors la surface est dénudée pendant d'importantes périodes. Toutefois, la nappe phréatique généralement élevée assure que la tranche capillaire s'approche de la surface, gardant alors l'horizon humide, même dans des conditions fortement sèches.

Sous-jacent cette surface de couche de fange, il y a un horizon minéral, pauvre en matière organique, de limon argileux fin sable ou limon argileux gris ou gris brunâtre, pauvrement structuré, ferme ou humide et collant, dépendant de la hauteur de la nappe phréatique. L'horizon a une densité élevée de taches rouges, souvent le long du tracé des racines et est tout à fait bien enraciné. Cet horizon s'étend à une profondeur de 35 à 45 cm.

L'horizon suivant est de l'argile à argile limoneuse grise ou gris brunâtre, habituellement humide et plastique et massive. Il est fortement bariolé et passe donc par d'importantes périodes d'aération. L'horizon contient un peu de racines.

Le plus profond sous-sol est habituellement de texture argileuse grise ou gris pâle en couleur et avec une intensité plus réduite de taches. Le sol est mouillé et plastique et souvent assez fluide et semble être le plus souvent submergé par la nappe phréatique.

Pendant la durée de l'étude, la nappe phréatique variait en profondeur, principalement de 50 à 80 cm, mais il est vraisemblable qu'elle est en surface pendant d'importantes périodes de l'année.

La principale restriction agricole de ce sol vient de son pauvre statut de drainage. Si ce sol est drainé et que les inondations peuvent être évitées durant les grosses pluies, alors ce sol a un considérable potentiel agricole. La présence d'une fange superficielle dans la surface d'horizon ne pose probablement pas de problème et cet horizon devrait normalement être incorporé avec le sol minéral sous-jacent au cours du processus de culture. La fertilité inhérente à ce sol est basse.

Unité de sol C2

Les sols de cette unité se rencontrent dans les mêmes situations que celles de l'unité C1. Ils occupent des situations légèrement plus hautes que celles de l'unité C1, comme l'indique la nappe phréatique plutôt plus basse, se rencontrant normalement entre 100 et 150 cm, et qui est sujette à de considérables fluctuations pendant la saison des pluies.

L'horizon de surface de 20-25 cm est une texture limoneuse humifiée plutôt qu'une fange pure. La teneur en matière organique est généralement moins que 35% et est bien décomposée. L'horizon a une structure grumeleuse assez bien développée et est très bien enraciné.

Sous-jacent il y a un horizon de texture limoneuse gris brunâtre ou limon argileux fin sable, friable, modérément bien structuré et contenant plu-

sieurs racines. L'horizon est fortement bariolé. Cet horizon s'étend normalement à une profondeur d'environ 40 cm.

L'horizon suivant est un limon argileux fin sable ou limon argileux gris, fortement bariolé, ferme et modérément à faiblement structuré. Il y a peu de racines à travers l'horizon. Cet horizon s'étend à 80 cm environ.

Au-dessous de 80 cm, le sol devient progressivement plus mouillé. La texture est principalement de limon argileux fin sable et la structure du sol s'appauvrit. Au fur et à mesure que l'on s'approche de la nappe phréatique le sol devient presque thixotropique.

Comme dans le cas de l'unité C1, la seule restriction sérieuse pour l'agriculture est le drainage. Si ce sol est drainé, son potentiel est considérable. Toutefois, bien que le potentiel agricole de ces sols C soit tout à fait bon, ils couvrent seulement une surface très limitée de la superficie étudiée.

2.3.4 Sols de tourbe superficielle - Groupe D

Les tourbes superficielles se rencontrent fréquemment dans une zone très étroite le long des marécages, mais ont une surface trop petite pour être cartographiées. Ceci est dû à la très rapide augmentation de matière organique en profondeur, à l'extérieur des bords des marécages. D'importantes surfaces de tourbe superficielle se rencontrent seulement dans la vallée de la Bukumba et sur les bords de la plaine d'inondation de la Kagera. La composition de la tourbe est de moins de 100 cm de matériel organique contenant plus de 65% de matière organique mesurée par l'analyse de perte de combustion. Ces sols ont une nappe phréatique élevée. La tourbe superficielle est moyennement bien décomposée avec une teneur élevée en eau. Les restes de végétation sont encore raisonnablement faciles à identifier. La surface de tourbe est généralement très bosselée, à cause des grands massifs de végétation, dont l'espèce principale est le miscanthidium, et cette inégalité du terrain tend à être davantage accentuée par le tassement provoqué sur la tourbe de surface par les animaux pâturant. La tourbe est généralement plutôt molle, avec un facteur de réduction d'environ 30%. La tourbe est très fibreuse et contient une forte densité de racines dans les 20 cm supérieurs environ. Ces 20 à 30 cm supérieurs sont la zone de la plus grande décomposition puisque l'eau ne la recouvre pas pendant des périodes suffisamment longues, permettant à l'oxydation de prendre place. Au-dessous de la nappe phréatique, la tourbe est moins bien décomposée et plus fibreuse, mais peut être considéré comme étant moyennement bien décomposée.

Les tourbes superficielles sont divisées en deux unités sur la base de la texture des alluvions sous-jacentes.

Unité de sol D1

Cette unité comprend les tourbes superficielles recouvrant un sol minéral de texture argileuse ou limon argileux. Les caractéristiques de la tourbe

ont été décrites ci-dessus. L'alluvion sous-jacente est habituellement grise, très plastique et massive. Le matériel est fréquemment très fluide et difficile à extraire par tarière. Le matériel a peu ou pas de taches et il semble saturé en permanence.

Unité de sol D2

Cette unité est, dans l'essentiel, similaire à l'unité D1 excepté que l'alluvion sous-jacente est une texture de limon sableux ou de limon argileux fin sable. Le sol est pareillement très pauvrement drainé avec une nappe phréatique élevée. L'alluvion sous-jacente est fréquemment de nature presque thixotropique.

Le potentiel agricole de ces sols est limité par sa grande nécessité de drainage et la relative fertilité de la tourbe de surface. En drainant cette tourbe, il y aurait probablement un facteur de réduction d'au moins 30%. Ceci posera quelques problèmes au drainage, mais aura l'avantage, en réduisant la profondeur de la couche de tourbe de faciliter son incorporation avec la couche de sol minéral sous-jacente. Toutefois, il sera important que la nappe phréatique ne diminue au point de provoquer une sécheresse excessive de la tourbe ou sa trop rapide oxydation, ce qui nécessite un contrôle précis du drainage. Somme toute, ces terres ont un certain potentiel agricole, même s'il est assez bas.

2.3.5 Sols tourbeux profonds - Groupe E

Dans ce groupe sont compris tous les sols de tourbe qui ont plus de 65 % de teneur en matière organique et une profondeur de plus de 1 m. Ce groupe de sols a été divisé en unités sur les bases de profondeur du matériel minéral sous-jacent. Trois profondeurs ont été prises en considération. E1, E2, E3, correspondant respectivement à des profondeurs de tourbe de 100 à 200 cm, 200 à 300 cm et plus. De plus, chacune de ces unités a été subdivisée en trois sous-unités, compte tenu du degré de décomposition estimé sur le terrain. Ces sous-unités correspondent respectivement aux tourbes modérément, pauvrement et très pauvrement décomposées, situées dans les 150 cm supérieurs.

Les unités E1 et E2, par exemple, tourbe respectivement de 200 et 300 cm de profondeur, se situent principalement dans la vallée de la Bukumba et le long des bords des marécages. La tourbe superficielle de l'unité E1 est ordinairement partout modérément bien décomposée, excepté pour d'occasionnelles minces couches de matériel moins bien décomposé. Occasionnellement une couche de débris ligneux se rencontre à environ 1 m. La nappe phréatique se trouvait à environ 25 cm au moment de l'étude, mais les indications trouvées en surface indiquent qu'elle augmente en saison des pluies. La principale espèce de végétation dense, rencontrée habituellement sur la tourbe E1 est le *miscanthidium violaceum*, qui s'élève en monticules atteignant 60 cm. Puisque l'unité est située sur les bords de marécages, il est bien possible qu'elle reçoive des enrichissements nutritifs provenant du lessivage des sols des collines environnantes.

L'unité E2, de 200 à 300 cm de profondeur, est encore située principalement en bordure de marécage dans la vallée relativement étroite de la Bukumba. Dans cette unité le degré de décomposition est plus varié, mais la tourbe pauvrement décomposée prédomine. Les 20-30 cm supérieurs sont normalement moyennement bien humifiés, ceci est dû au fait qu'ils sont fréquemment au-dessus de la nappe phréatique, et sujets à un certain degré d'aération et d'oxydation. Les horizons sous-jacents sont très fibreux et pauvrement humifiés, et au-dessous de 150-200 cm peuvent devenir très pauvrement humifiés, avec une apparence de "paille" due à la grande quantité de matériel pailleux presque pas décomposé. D'importantes surfaces de tourbe modérément bien décomposée se rencontrent aussi dans cette unité de profondeur.

L'unité E3 est la principale unité de sol à l'intérieur de ce groupe de tourbe plus profond que 300 cm. En fait, la profondeur de cette unité de tourbe dépasse les 5,5 m, excepté dans la vallée de la Bukumba et dans certaines régions de la vallée de la Kajai, où elle est d'environ 4,5 m. Comme il a déjà été expliqué, il est possible que ces tourbes profondes pourraient être par places, légèrement en forme de dôme. Certainement, il y a des superficies où la surface est plus unie qu'ailleurs, et la nappe phréatique légèrement plus profonde, quoique jamais plus basse que 50 cm. Il est possible qu'en de tels endroits l'eau peut rester parfois en surface. Aussi, la végétation de ces régions est plus variée, le miscanthidium ne dominant plus autant.

Dans à peu près tous les cas, ces tourbes profondes sont très pauvrement décomposées et extrêmement fibreuses. Les couches de débris ligneux sont fréquentes, spécialement à environ 100-130 cm où une couche recouvrant une surface importante a été trouvée.

Typiquement, l'unité E3 c) très pauvrement humifiée consiste en 20 à 25 cm de tourbe moyennement décomposée, assez fibreuse, sur 30 à 40 cm de tourbe pauvrement décomposée. La couche sous-jacente est une tourbe pailleuse, extrêmement fibreuse, composée surtout d'un matériel formé de tiges peu décomposées. Ce matériel s'étend sur tout la profondeur, avec, habituellement, une couche ligneuse à 100-130 cm, souvent associée à une tourbe moins fibreuse et mieux décomposée. Des couches de tourbe mieux décomposée relativement fines ont été trouvées dans certains forages, mais en général, la tourbe est très pauvrement décomposée au-dessous de 60 cm environ et est plus ou moins brute dans certains cas.

Deux unités de plus ont été reconnues à l'intérieur du groupe de ces sols tourbeux. L'unité E4 est constituée de débris organiques de marécage de papyrus. Ces débris sont bruts et flottants. La profondeur de cette tourbe brute et flottante est d'environ 200-250 cm, recouvrant une tourbe plus ferme mais encore plus pauvrement décomposée. Cette unité ne se rencontre que sur des superficies limitées.

Les unités E3/E4 sont de la tourbe très pauvrement décomposée, plutôt molle, où la nappe phréatique est en permanence en surface. C'est ce qui représente le mieux ce qui semble être les lignes (axes) de drainage dans la région centrale de la Kankuma.

Ces deux unités sont profondes (> 300 cm) et ont une teneur en eau très élevée et par conséquent un très haut potentiel de réduction.

2.3.6 Résumé

Les superficies recouvertes par les différentes unités de sol sont représentées au tableau A.2. La répartition zonale des unités de sol est montrée dans la figure A.2.

Les résultats de laboratoire (supplément 2) révèlent que tous les sols de la région du projet, tant minéraux qu'organiques, ont un très bas statut de fertilité. Presque tous les pourcentages de saturation de base sont au-dessous de 15%. Le niveau des bases échangeables est très bas, spécialement en potassium. Si l'on tient compte de la très basse densité de la masse des sols tourbeux, le statut de fertilité est extrêmement bas. Les sols tourbeux sont très acides. Le pH le plus élevé se situe entre 4,0 et 4,5. Celui des sols minéraux est plus élevé, beaucoup ont un pH de 5 ou plus.

La teneur en carbone organique de ces sols tourbeux se situe entre 40 et 60%, soulignant la nature très brute de la tourbe.

En général, des apports importants d'engrais seront nécessaires pour permettre à des sols de nourrir une culture, que ce soit pour quelques-uns ou tous. En particulier, il y a un danger considérable d'une augmentation de l'acidité si les sols tourbeux sont drainés. Les tourbes, comme indiqué ci-dessus, sont très peu saturées et une augmentation du taux de décomposition augmentera la capacité d'échange de cations ayant pour résultat un degré encore plus faible de saturation de base et une augmentation de l'acidité.

En résumé, le potentiel agricole de la région est très bas, quoiqu'il existe des sols ayant un potentiel considérable, notamment les sols des groupes B et C, qui totalisent seulement un très petit pourcentage de la superficie totale et se rencontrent en unités dispersées et généralement entourées de sols à potentiel plus bas. De plus, les très faibles déclivités et la grande profondeur de tourbe rencontrées partout, avec les problèmes de réduction qui peuvent ramener la surface très près du niveau du lac, ou souvent au-dessous, poseront des problèmes très difficiles à résoudre et des dépenses élevées pour les travaux de drainage. A cet égard, les sections moyennes et supérieures de la vallée de la Bukumba peuvent être exclues. Ces sections qui semblent avoir un pourcentage de pentes important, ce qui faciliterait le drainage, ont cependant leurs sols d'alluvions dispersés parmi de grandes surfaces de sols tourbeux et présentent ainsi un potentiel de développement plutôt limité. Relativement peu de choses sont connues en ce qui concerne les applications pratiques, les problèmes et les bénéfices dus au développement, sur ces sols tourbeux extrêmement humides et pauvrement humifiés. Des essais pour développer des sols similaires dans d'autres régions du monde n'ont donné que des succès plutôt restreints. Généralement les coûts de développement sont très élevés, la gamme de cultures possibles très limitée et les rendements plutôt bas.

Il peut être possible d'apporter une certaine forme de développement et d'utiliser ces terres avec un minimum de mise en valeur. Mais le développement en vue de productions agricoles apparaît être à la fois difficile et coûteux.

Tableau A.2

SURFACES DES UNITES DE SOL

Unité de sol	Bukumba		Kajai		Kankuma	
	Surface (ha)	% du total	Surface (ha)	% du total	Surface (ha)	% du total
A1	38	1,0	18	0,5	12	0,1
A2	64	1,8	59	1,6	-	-
B1	24	0,7	-	-	-	-
B2	4	0,1	40	1,1	174	1,7
B3	-	-	68	1,9	128	1,3
C1	-	-	-	-	190	1,9
C2	60	1,7	28	0,8	230	2,3
D1	102	2,8	-	-	110	1,1
D2	182	5,0	-	-	-	-
E1 (a)	56	1,5	-	-	-	-
E1 (b)	-	-	-	-	394	3,9
E2 (a)	532	14,6	-	-	-	-
E2 (b)	438	12,1	46	1,3	780	7,7
E2 (c)	48	1,3	-	-	130	1,3
E3 (a)	254	7,0	-	-	-	-
E3 (b)	864	23,8	208	5,7	216	2,1
E3 (c)	300	8,3	2.812	77,0	7.456	73,7
E4 (c)	418	11,5	-	-	-	-
E3/E4 (c)	-	-	-	-	192	1,9
E1/E2 (b)	130	3,6	-	-	-	-
E1/E2 (c)	-	-	372	10,2	-	-
A1/A2	-	-	-	-	56	0,6
C1/C2	120	3,3	-	-	-	-
D1/D2	-	-	-	-	44	0,4
Total	3.634	100,1	3.651	100,1	10.112	100,0

3. CLASSIFICATION DES TERRES

3.1 PRINCIPES GENERAUX

Aux Etats-Unis, le manuel (USBR) du bureau de la mise en valeur des terres du département de l'intérieur, définit la classification des terres comme étant "une évaluation systématique des terres et leur classification par catégories d'après les caractéristiques semblables" effectuée pour "permettre d'établir l'étendue et le degré d'aptitude des terres à supporter l'irrigation". L'aptitude est mesurée "en termes de capacité de revenus relatifs anticipés en tenant compte de la capacité potentielle de la productivité, des coûts de production et des coûts de mise en valeur".

Les principes de base définissant la conduite à suivre pour appliquer ce type de classification sont donnés ci-dessous:

- (a) Etude des ressources des terres et expériences dans une région ayant atteint son plein développement et se trouvant dans des conditions physiques et climatiques semblables à celles de la région concernée par l'étude.
- (b) Analyse de l'influence probable de certains facteurs physiques particuliers sur l'économie de production et les coûts de mise en valeur des terres.
- (c) Séparation des facteurs physiques en catégories ayant à peu près la même importance économique et utilisation de celles-ci pour déterminer les caractéristiques de la classification des terres.
- (d) Application des spécifications de la classification des terres aux terres arables.
- (e) Modification de la classification arable en fonction d'informations éventuelles telles que physiques, techniques, hydrologiques et économiques.
- (f) Complément de la classification des terres irrigables ou de la situation des terres pour la mise en valeur par irrigation.

A ce stade du programme, l'information nécessaire pour compléter les étapes (e) et (f) n'est pas disponible, et ainsi la classification n'est effectuée qu'au stade de (d). De cette façon, la classification est basée sur des caractéristiques de sol et de topographie en leur accordant une attention toute spéciale, car elles constituent probablement une restriction permanente pour des cultures irriguées. Ces restrictions sont principalement de nature physique. Les problèmes chimiques, tels que le manque de fertilité pour supporter une culture, sont considérés comme étant facilement améliorables pour l'utilisation des engrais et ne sont pas la cause d'un déclassement des terres, à moins que cette restriction ne soit très sévère.

L'ordre dans lequel les terres sont placées dans la classification n'est

pas absolu, et doit plutôt être vu sous l'angle de la relativité. A cause des restrictions décrites plus haut, les classes de terres ne sont pas le reflet d'une capacité de revenu spécifique, elles sont le reflet des risques relatifs dus à leur utilisation sous irrigation. De plus, en l'absence des données sur les caractéristiques du système proposé, les terres n'ont pas été jugées sur cette base. L'évaluation des terres a purement été faite sur la base de leur aptitude à l'irrigation, en supposant que l'eau nécessaire soit disponible. Des suppositions analogues ont été faites en ce qui concerne les nécessités de drainage. Il a été supposé que le drainage était techniquement réalisable là où il était nécessaire. Les différences dans les facteurs de drainage sont basées sur les nécessités variables des différentes terres, comme les conditions actuelles de drainage et la perméabilité du sol.

3.2 CLASSES DE TERRE

Dans cette étude, le système de six classes établi par le manuel USBR, a été utilisé. En fait, la classe 5 n'a pas été cartographiée, et seules les classes arables 1, 2 et 3, la classe arable limitée 4 et la classe non-arable 6, ont été utilisées. La définition des différentes classes telles qu'elles ont été employées dans cette étude est donnée ci-dessous.

Classe 1

Terres ayant une très bonne aptitude à l'irrigation, capables de supporter une large gamme de cultures climatiquement adaptées. Les restrictions sont mineures et facilement corrigeables, le drainage n'est pas nécessaire et les coûts de mise en valeur probablement bas.

Classe 2

Terres aptes à l'irrigation, mais avec des restrictions ayant pour résultat des rendements moins élevés, une gamme de cultures plus restreintes ou des coûts de production ou de mise en valeur plus importants que pour les terres de la classe 1. Elles ont en général, une capacité productive sensiblement plus basse que les terres de la classe 1. Les restrictions peuvent résulter des caractéristiques particulières du sol, telles que couches arables pauvres, basse capacité de rétention en eau, profondeur d'enracinement faible, ainsi que de la basse perméabilité et du mauvais drainage ou des coûts de production et/ou de mise en valeur, provenant des surfaces irrégulières, nécessitant un nivelage, de courtes rigoles d'irrigation, de défrichage etc.

Classe 3

Ces terres sont aptes à l'irrigation, mais avec un niveau de production plus bas que les terres de la classe 2. Ceci est dû à une plus grande sévérité des restrictions décrites dans la définition de la classe 2.

Classe 4

Les terres incluses dans cette classe sont seulement aptes à une production d'une gamme de cultures très limitée, à cause de très sévères restrictions consistant en l'impossibilité ou aux coûts très élevés d'un aménagement afin de les rendre aptes à recevoir une gamme de cultures plus large. Par exemple, il risque d'y avoir un mauvais drainage qui limiterait l'utilisation des terres pour la production de riz ou de fourrage. L'utilisation de la classe 4 implique que même la monoculture est économiquement rentable, soit en terme de rendement adéquat de la culture, ou de bénéfices pour le projet dans son ensemble.

Classe 6

Cette classe comprend les terres qui sont inaptes à l'irrigation à cause des restrictions qui sont suffisamment sévères pour les exclure de l'une ou de l'autre des classes décrites précédemment.

Les critères choisis par l'évaluation des terres sont ceux qui constituent une restriction continue ou sont coûteux à améliorer. Ce sont essentiellement les caractéristiques physiques du sol, le drainage et la topographie, dénotés par les lettres s, d et t, après la classe des terres.

3.3 CLASSES ET SOUS-CLASSES DE TERRE

La classification des terres est montrée dans la figure A.3.

3.3.1 Classe 2sd

Les terres de cette sous-classe n'occupent qu'une surface restreinte et forment de petites unités. Deux types de sols ont été inclus dans cette classe, à savoir les unités de sol A1 et B2. Tous les deux nécessitent un bon drainage, étant donné les fluctuations considérables de la nappe phréatique. La profondeur de cette nappe varie de 80-100 cm durant la saison sèche à quelques centimètres de la surface pendant la principale période de pluie. Toutefois, les deux unités sont caractérisées par des terres en pente, ce qui, combiné avec la texture moyenne des sols qui les constitue, devrait en faciliter le drainage. Le statut nutritif est bas et des apports d'engrais sont nécessaires afin d'amener la production à un niveau adéquat. Par contre, en étant bien drainés ces sols seraient capables de porter une assez large gamme de cultures.

3.3.2 Classe 3s

Cette classe a une étendue limitée et est représentée par une unité de sol, B3. Le facteur limitant majeur est la très haute teneur en sable de ce sol. Cela a pour résultat une capacité de rétention en eau limitée et une basse capacité de rétention nutritive. La fertilité de ce sol est également basse.

Les besoins de drainage seront probablement modérés. Le potentiel agricole de ces terres est assez limité. Comme dans la classe 3sd, les petites unités dispersées pourraient avoir un potentiel d'irrigabilité uniquement là où elles peuvent être associées à d'autres terres irrigables.

3.3.3 Classe 3d

Cette classe comprend les régions d'alluvions récentes de texture moyenne ayant un statut de drainage pauvre ou très pauvre. La fluctuation de la nappe phréatique dans ces sols est considérable et elle est à ou près de la surface pendant de longues périodes. Par conséquent, ces terres nécessitent un drainage important dont le coût d'établissement est plutôt élevé.

Le statut nutritif de ce sol est bas, ce qui veut dire qu'un apport d'engrais est nécessaire pour obtenir des récoltes satisfaisantes.

3.3.4 Classe 3sd

Cette classe de terres comprend les sols des unités A2, D1, D2 et C1. L'unité de sol A2 est un sol colluvial de bord de vallée, ne nécessitant qu'un drainage modéré. Par contre, sa très haute teneur en sable moyen et grossier, limite sa capacité de rétention en eau. La CEC est également basse et le statut nutritif est très bas. Ce sol est d'une valeur marginale pour une agriculture irriguée.

Les unités de sols D1 et D2 comprennent les sols organiques peu profonds, les fanges et les tourbes ayant moins de 100 cm de profondeur, qui sont généralement bien ou modérément bien décomposés. Ces sols nécessitent un drainage important qui n'aurait sur la réduction que des effets relativement limités. Le matériel organique a un statut nutritif bas et le degré de décomposition est suffisamment avancé pour en empêcher l'acidification. Il sera nécessaire de prendre toutes les précautions afin d'éviter un séchage irréversible. Néanmoins avec un drainage correct, ces sols sont capables de donner des rendements raisonnables, quoique la gamme de cultures susceptibles d'être pratiquées soit limitée.

Les sols C1 ont aussi un grand besoin de drainage et leur texture fine indique une très faible perméabilité, ce qui présente certaines difficultés pour la préparation du sol aux cultures. Ils ont aussi un statut nutritif très bas et nécessitent un large apport d'engrais.

En général, ces terres ne conviennent que marginalement pour une production agricole irriguée.

3.3.5 Classe 4

Les sols tourbeux peu profonds des unités E1 et E2 et les tourbes mieux décomposées et plus profondes E3 (a) sont inclus dans cette classe. Dans les tourbes peu profondes, le degré de décomposition est généralement bien avancé.

Les coûts d'établissement du drainage dans ces sols tourbeux seront élevés étant donné la densité de drains nécessaires et la contrainte d'adapter ce drainage à la réduction du sol qui suit cette opération. Toutefois, ces problèmes ne devraient pas être excessifs là où les tourbes sont peu profondes et mieux décomposées.

L'autre restriction majeure à un développement agricole consiste en la tourbe elle-même. Elle est très fortement acide avec un pH moyen de 4,4 environ. Le niveau des cations échangeables à me/100 g de sol est modéré et doit être vu en relation avec la densité de la masse de cette tourbe. Des valeurs précises ne sont pas disponibles, mais elles sont probablement au-dessous de 0,2 pour beaucoup de sols tourbeux. Cela veut dire que la quantité d'éléments nutritifs par volume est, dans ces sols, en effet très peu élevée.

Par conséquent, la gamme de cultures susceptibles d'être produites sur ces sols est limitée. Des herbes fourragères conviendraient peut-être et apporteraient une contribution importante à l'économie de la région, en soulageant le surpâturage des collines voisines et en augmentant en même temps, la réserve d'engrais de provenance animale, si vitale en ce moment pour l'économie rurale. Le thé est aussi une culture qui conviendrait, mais cette culture a le désavantage qu'elle exige un abaissement de la nappe phréatique à 1 m environ, augmentant ainsi les problèmes liés à la réduction des sols.

L'irrigabilité de ces sols est probablement difficile à justifier. Toutefois, une forme d'irrigation de sous-surface pourrait être effectuée par le biais du contrôle de la nappe phréatique et par l'utilisation de la considérable capillarité de ces sols.

3.3.6 Classe 6sd

Les tourbes profondes et relativement peu décomposées sont incluses dans cette classe de terres non-arables. Les coûts élevés de drainage associés à la mise en valeur de larges superficies formées de tourbes profondes, par nature infertiles, empêchent l'aménagement des sols. Le pH de ces sols est généralement au-dessous de 4,5 et le statut nutritif extrêmement bas. De plus, ces sols tourbeux profonds ont une teneur en eau très élevée ce qui les soumet à une réduction considérable au moment du drainage.

Il a été relevé qu'une étroite bande le long des lisières de marécage, spécialement dans la région de Kankuma, pouvait être mise en valeur en dehors des conditions du projet. Il existe là une bande étroite de terres d'environ 100 m de largeur, le long des marécages où les tourbes sont peu profondes. Un programme de drainage coûteux pour la mise en valeur d'une telle bande de terres ne se justifie pas. La mise en valeur pourrait être effectuée par les fermiers eux-mêmes, comme cela a été fait au Rwanda et au Burundi.

Avec le temps, comme des surfaces considérables de meilleurs sols alluviaux sont mises en culture ailleurs, les conditions économiques de la mise en valeur de ces sols tourbeux pourraient changer, mais actuellement

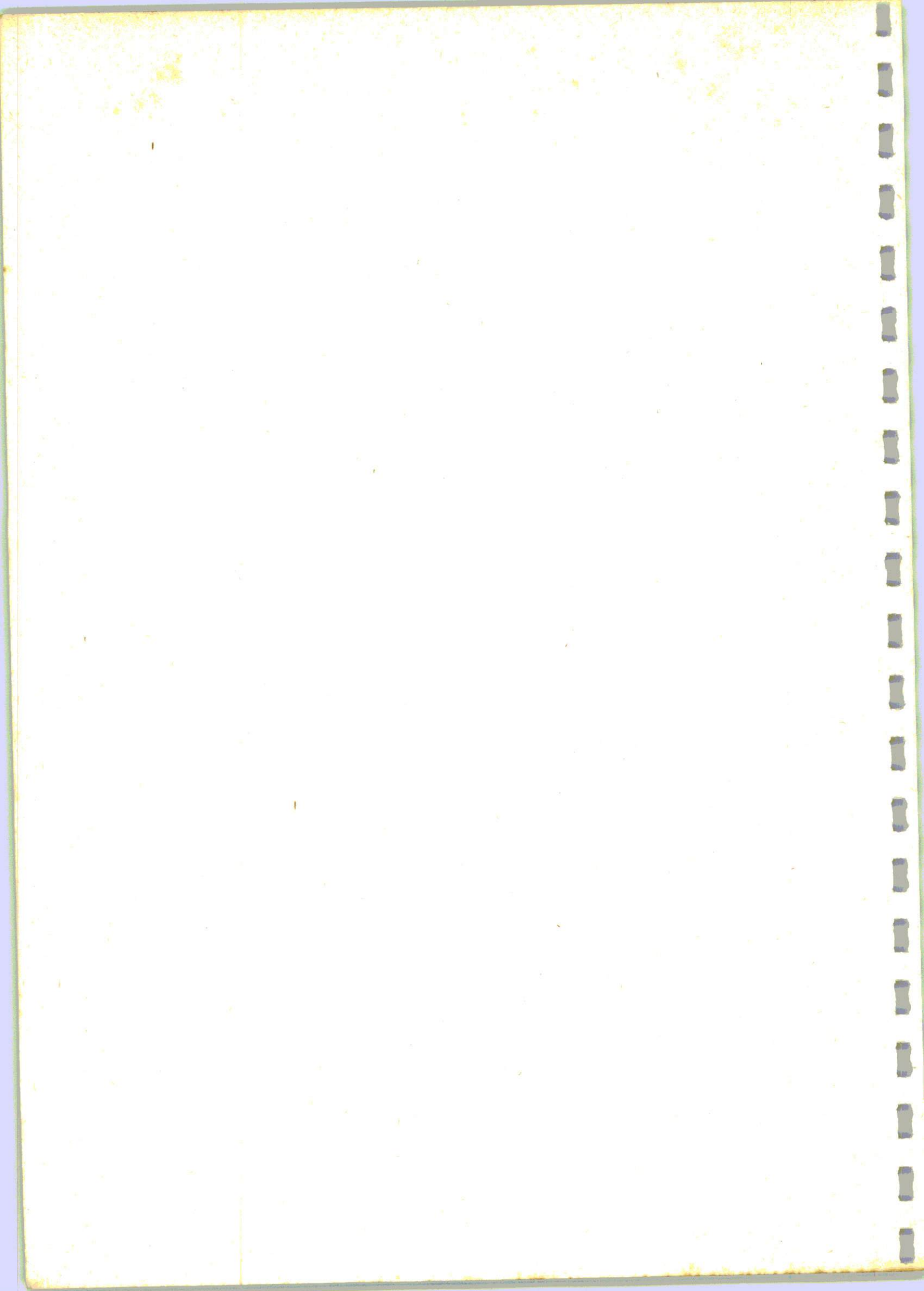
leur utilisation se justifie peu. En considérant la région comme un ensemble, seule la vallée de la Bukumba justifie une mise en valeur sur la totalité des surfaces.

Le tableau A.3 donne la répartition des différentes classes et sous-classes de terres de la région de mise en valeur.

Tableau A.3

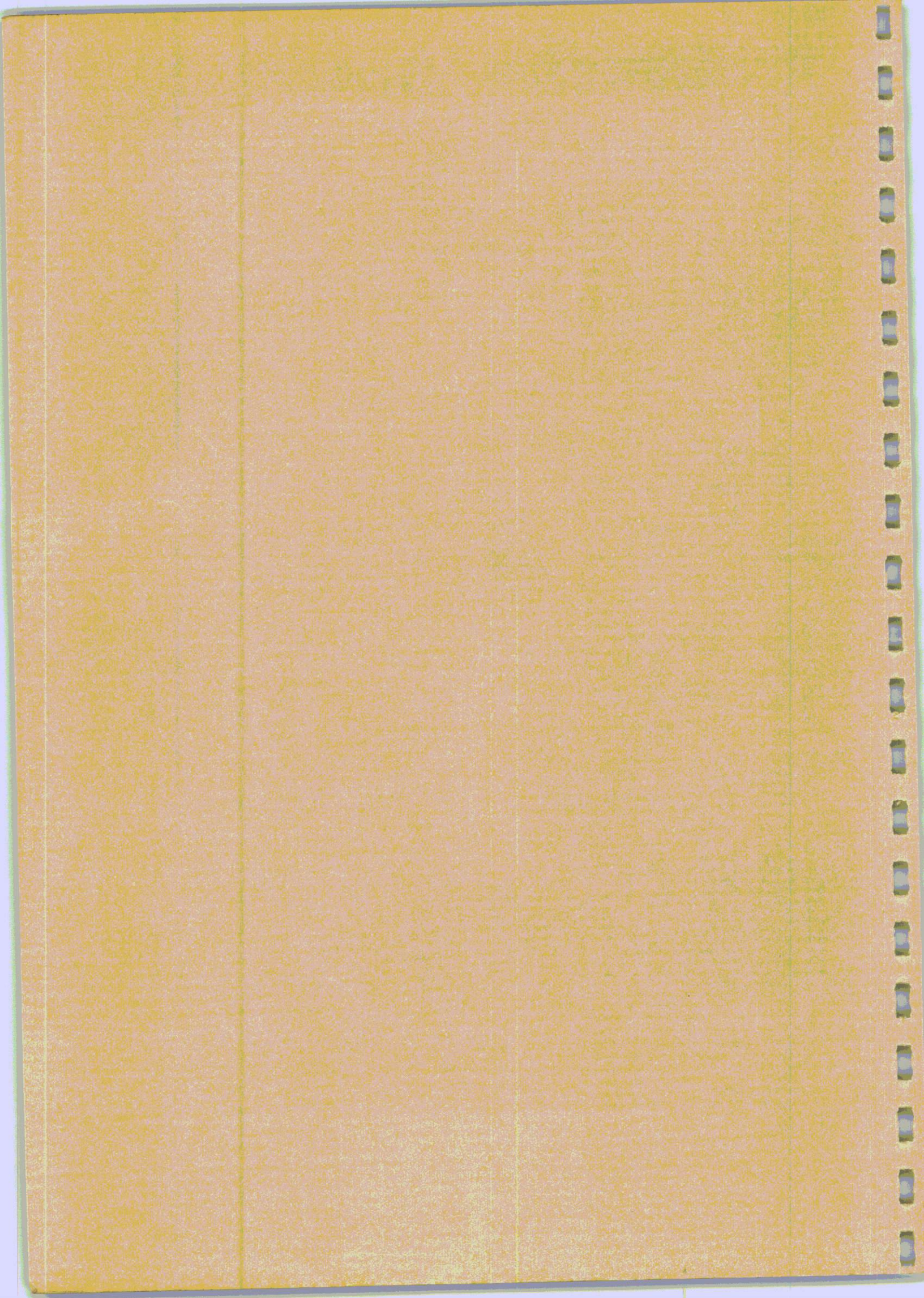
REPARTITION DES CLASSES ET SOUS-CLASSES DE TERRES

Classe de terre	Sous-classe	Bukumba		Kajai		Kankuma	
		Surface (ha)	% du total	Surface (ha)	% du total	Surface (ha)	% du total
2	2sd	38	1,0	58	1,6	230	2,3
	Sous-total	38	1,0	58	1,6	230	2,3
3	3s	-	-	68	1,9	128	1,3
	3d	60	1,6	28	0,8	260	2,6
	3sd	442	12,2	59	1,6	400	3,9
	Sous-total	502	13,8	155	4,3	788	7,8
4	4	2.030	55,9	620	17,0	1.344	13,3
	Sous-total	2.030	55,9	620	17,0	1.344	13,3
6	6sd	1.064	29,3	2.818	77,2	7.750	76,6
	Sous-total	1.064	29,3	2.818	77,2	7.750	76,6
	Total	3.634	100,0	3.651	100,1	10.112	100,0



SUPPLEMENT 1

PROFILS PEDOLOGIQUES



PROFIL N° B002

Situation : Série 2, photo 489
Unité de sol : A₂
Matériel parental : Colluvion de bord de vallée
Micro-relief : Uni; Pente 5%
Végétation : Herbes et laiches
Drainage : Pauvre

Description du profil (sondage par forage)

Profondeur (cm)

Caractéristiques

0 - 40 10YR2/1 - Fine texture de limon sableux noir; humide et friable; teneur élevée en matière organique; abondantes racines.
40 - 80 10YR4/2 - Texture limoneuse brun grisâtre foncé; mouillé et peu collant; moyenne teneur en matière organique; peu de racines.
80 - 110 10YR6/2 - Texture moyenne de sable limoneux brun grisâtre; mouillé et non collant; pauvre en matière organique.

Mappe phréatique à 100 cm.

PROFIL N° B003

Situation : Série 2, photo 489
Unité de sol : C
Matériel parental : Alluvion récente
Micro-relief : Uni; Pente < 1%
Végétation : Principalement de l'*hyparrhenia*
Drainage : Très pauvre

Description du profil (sondage par forage)

Profondeur (cm)

Caractéristiques

0 - 25 10YR2/1 - Limon organique noir; teneur élevée en matière organique; mouillé et non collant; abondantes racines.
25 - 80 10YR5/2 - Limon sable fin brun grisâtre; mouillé et collant; pauvre en matière organique; peu de racines.
80 - 110 + 10YR4/2 - Argille brun grisâtre foncé; mouillée et très collante; pauvre en matière organique; nombreuses racines mortes.

Mappe phréatique à 25 cm.

PROFIL N° B006

Situation : Série 2, photo 488
Unité de sol : E₃ (6)
Matériel parental : Tourbe
Micro-relief : Touffes herbeuses; Pente < 1%
Végétation : Carex sp.; Hyparrhenia sp.
Drainage : Très pauvre

Description du profil (sondage par forage)

Profondeur (cm) Caractéristiques

0 - 30 Tourbe noire, moyennement à bien décomposée; peu fibreuses; quelque restes de végétation identifiable; abondantes racines.

30 - 50 Tourbe brun très foncé; moyennement décomposée; fibreuse; restes de végétation identifiable; peu de racines.

50 - 120 + Tourbe brune mal décomposée; très fibreuse; restes de végétation facilement identifiable.

Nappe phréatique à 18 cm.

PROFIL N° B012

Situation : Série 3, photo 468
Unité de sol : E₃ (c)
Matériel parental : Tourbe
Micro-relief : Beaucoup de touffes herbeuses; Pente < 1%
Végétation : Miscanthidium violaceum; Fougères; Carex
Drainage : Très pauvre

Description du profil (sondage par forage)

Profondeur (cm) Caractéristiques

0 - 35 Tourbe brun très foncé moyennement bien décomposée; fibreuse; restes de végétation identifiable; abondantes racines.

35 - 180 Tourbe brune très mal décomposée; extrêmement fibreuse; haute teneur de restes de matériaux pailleux presque pas décomposés; nombreuses racines à 60 cm.

180 - 250 + Tourbe brune mal décomposée; fibreuse mais sans paille naturelle comme à l'horizon ci-dessus.

Nappe phréatique à 20 cm.

PROFIL N° B014

Situation : Série 3, photo 470
 Unité de sol : E₃ (b)
 Matériel parental : Tourbe
 Micro-relief : Uni; Pente < 1%
 Végétation : Juncs, laiches, sphaigne, petites herbes
 Drainage : Très pauvre

Description du profil (sondage par forage)

Profondeur (cm)	Caractéristiques
-----------------	------------------

0 - 20	Tourbe brun très foncé; moyennement bien décomposée; fibreuse; restes de végétation identifiable; abondantes racines.
20 - 65	Tourbe brune mal décomposée; très fibreuse; restes de végétation facilement identifiable; nombreuses racines.
65 - 100	Tourbe noire bien décomposée; non fibreuse; consistance unie; restes de végétation pas vraiment identifiable.
100 - 250 +	Tourbe brune très mal décomposée; très fibreuse mais non pailleuse; restes de végétation facilement identifiable.

Nappe phréatique à 20 cm.

PROFIL N° B015

Situation : Série 3, photo 470
 Unité de sol : E₃ (c)
 Matériel parental : Tourbe
 Micro-relief : Uni; Pente 1%
 Végétation : Miscanthidium violaceum; Loudetia phragmitoïde; Mikonia sp.; Fougères
 Drainage : Très pauvre

Description du profil (sondage par forage)

Profondeur (cm)	Caractéristiques
-----------------	------------------

0 - 60	Tourbe brune, très mal décomposée; très fibreuse; contenant beaucoup de sphaigne; nombreuses racines.
60 - 120	Tourbe brune, très mal décomposée; extrêmement fibreuse; contenant beaucoup de matériaux pailleux; restes de végétation très facilement identifiable.
120 - 140	Matériaux ligneux très mal décomposés, avec meilleure décomposition dans les interstices.
140 - 250 +	Tourbe brune, très mal décomposée; très fibreuse; contenant beaucoup de matériaux pailleux.

Nappe phréatique en surface.

PROFIL N° B018

Situation : Série 3, photo 468
Unité de sol : F₃ (b/c)
Matériel parental : Tourbe
Micro-relief : Touffes herbeuses; Pente < 1%
Végétation : Miscanthidium violaceum; Loudetia phragmitoides;
Carex sp.
Drainage : Très pauvre

Description du profil (sondage par forage)

Profondeur (cm)

Caractéristiques

0 - 25	Tourbe brun foncé, moyennement à mal décomposée; fibreuse; restes de végétation identifiable; abondantes racines.
25 - 65	Tourbe brun très foncé, moyennement décomposée; fibreuse; restes de végétation identifiable; nombreuses racines.
65 - 120 +	Tourbe brune très mal décomposée; extrêmement fibreuse avec une teneur élevée de matériaux pailleux; pénétration arrêtée à 120 cm par une densité élevée de matériaux ligneux.

Nappe phréatique à 20 cm.

PROFIL N° B017

Situation : Série 3, photo 468
Unité de sol : E3 (c)
Matériel parental : Tourbe
Micro-relief : Touffes herbeuses; Pente < 1%
Végétation : Loudetia phragmitoides; Juncus;
Miscanthidium violaceum
Drainage : Très pauvre

Description du profil (sondage par forage)

Profondeur (cm)

Caractéristiques

0 - 30	Tourbe noire moyennement décomposée; fibreuse; restes de végétation identifiable; abondantes racines.
30 - 350 +	Tourbe très uniforme, très mal décomposée; extrêmement fibreuse avec une teneur élevée de matériaux pailleux.

Nappe phréatique à 25 cm.

PROFIL N° B020

Situation : Série 3, photo 468
 Unité de sol : E3 (c)
 Matériel parental : Tourbe
 Micro-relief : Nombreuses touffes herbeuses; Pente < 1%
 Végétation : Miscanthidium violaceum; Fougères
 Drainage : Très pauvre

Description du profil (sondage par forage)

Profondeur (cm) Caractéristiques

0 - 40 Tourbe brun très foncé, mal décomposée; fibreuse; restes de végétation identifiable; abondantes racines.
 40 - 90 Tourbe brune, très mal décomposée; très fibreuse; restes de végétation facilement identifiable.
 90 - 160 Tourbe brune, très mal décomposée; extrêmement fibreuse avec une teneur élevée de restes de végétation pailleuse.
 160 - 250 + Tourbe brune, très mal décomposée; très fibreuse, mais avec une plus faible teneur en matériaux pailleux que dans l'horizon supérieur.
 20 cm d'eau stagnante en surface.

PROFIL N° B022

Situation : Série 4, photo 402
 Unité de sol : B2
 Matériel parental : Sub-récente alluvion
 Micro-relief : Uni
 Végétation : Miscanthidium violaceum; Panicu sp.
 Drainage : Imparfait - pauvre

Description du profil (sondage par forage)

Profondeur (cm) Caractéristiques

0 - 18 10YR2/1 - Lourd limon noir; humide et friable; teneur très élevée en matière organique; abondantes racines.
 18 - 30 10YR5/2 - Fin limon brun grisâtre; humide et ferme; pauvre en matière organique; nombreuses taches rougeâtres distinctes; nombreuses racines.
 30 - 50 10YR6/2 - Texture limoneuse gris légèrement brunâtre; humide et ferme; nombreuses taches rouges marquées; pauvre en matière organique; peu de racines.
 50 - 80 10YR6/2 - Limon argileux gris légèrement brunâtre; abondantes taches rouges marquées; humide et ferme; pauvre en matière organique; peu de racines.
 80 - 120 + 10YR6/2 et 5/3 - Argille limoneuse, légèrement gris brunâtre et brun; abondantes taches rougeâtres marquées; humide et ferme; pauvre en matière organique.

PROFIL N° B023

Situation : Série 4, photo 402
Unité de sol : E3 (c)
Matériel parental : Tourbe
Micro-relief : Touffes herbeuses; Pente 1%
Végétation : Loudetia phragmitoïdes; Carex; Sphaigne
Drainage : Très pauvre

Description du profil (sondage par forage)

Profondeur (cm) Caractéristiques

0 - 30 Tourbe noire, moyennement à bien décomposée; peu fibreuse; restes de végétation identifiable; abondantes racines.

30 - 250 + Tourbe très uniforme, très mal décomposée; extrêmement fibreuse avec une teneur élevée de matériaux fibreux.

Mappe phréatique à 20 cm.

PROFIL N° B025

Situation : Série 4, photo 400
Unité de sol : E3 (c)
Matériel parental : Tourbe
Micro-relief : Accidenté, dû aux racines aériennes
Végétation : Forêts marécageuses
Drainage : Très pauvre

Description du profil (sondage par forage)

Profondeur (cm) Caractéristiques

0 - 20 Tourbe brune, très mal décomposée, contenant beaucoup de feuilles mortes; abondantes racines.

20 - 60 Tourbe noire, mal décomposée; fibreuse; restes de végétation facilement identifiable; abondantes racines.

60 - 250 + Tourbe brune, très mal décomposée; très fibreuse et ligneuse; restes de végétation facilement identifiable.

Mappe phréatique en surface.

PROFIL N° B026

Situation : Série 4, photo 400
Unité de sol : E3 (c)
Matériel parental : Tourbe
Micro-relief : Nombreaux touffes herbeuses; Pente < 1%
Végétation : Miscanthidium violaceum
Drainage : Très pauvre

Description du profil (sondage par forage)

Profondeur (cm) Caractéristiques

0 - 35 Tourbe brun très foncé, mal décomposée; fibreuse; restes de végétation identifiable; abondantes racines.

35 - 105 Tourbe brune, très mal décomposée; très fibreuse mais non pailleuse.

105 - 200 Tourbe brun très foncé, mal décomposée; fibreuse; restes de végétation facilement identifiable.

200 - 250 + Tourbe brun foncé, très mal décomposée; très fibreuse mais non pailleuse; restes de végétation facilement identifiable.

Mappe phréatique à 20 cm.

PROFIL N° B028

Situation : Série 4, photo 402
 Unité de sol : E3/E4
 Matériel parental : Tourbe
 Micro-relief : Touffes herbeuses; Pente 15%
 Végétation : Loudetia phragmitoides; Juncus; Fougères; Sphaigne;
 Drainage : Très pauvre

Description du profil

<u>Profondeur (cm)</u>	<u>Caractéristiques</u>
0 - 35	Tourbe brune, très fibreuse, très mal décomposée; restes de végétation facilement identifiable; nombreuses racines.
35 - 90	Tourbe brune, très mal décomposée; très fibreuse avec une teneur moyenne en matériaux pailleux; restes de végétation facilement identifiable.
90 - 140	Tourbe brune, très mal décomposée; extrêmement fibreuse avec une haute teneur en matériaux pailleux.
140 - 250 +	Tourbe brune, très mal décomposée; très fibreuse mais non pailleuse; restes de végétation très facilement identifiable.

15 à 20 cm d'eau stagnante en surface.

PROFIL N° B029

Situation : Série 4, photo 402
 Unité de sol : C₁
 Matériel parental : Alluvion récente
 Micro-relief : Nombreuses touffes herbeuses; Pente 1%
 Végétation : Hyparrhenia sp.; Sparobolus sp.
 Drainage : Pauvre

Description du profil (sondage par forage)

<u>Profondeur (cm)</u>	<u>Caractéristiques</u>
0 - 25	10YR3/2 - Texture organique limoneuse à limon argileux, brun grisâtre très foncé; humide et friable; très haute teneur en matière organique; abondantes racines.
25 - 45	10YR5/2 - Limon argileux brun grisâtre; abondantes taches rouges marquées; humide et ferme; pauvre en matière organique; nombreuses racines.
45 - 80	10YR5/2 - Argile à argile limoneuse brun grisâtre; abondantes taches rouges marquées; humide et ferme; pauvre en matière organique; nombreuses racines.
80 - 110 +	10YR5/1 - Argile grise; nombreuses taches rouges marquées; mouillée et plastique; pauvre en matière organique.

PROFIL N° B031

Situation : Série 4, photo 406
 Unité de sol : E1
 Matériel parental : Tourbe superficielle
 Micro-relief : Beaucoup de touffes herbeuses; Pente 1%
 Végétation : Miscanthidium violaceum
 Drainage : Très pauvre

Description du profil (sondage par forage)

Profondeur (cm)

Caractéristiques

0 - 35 Tourbe brun foncé, mal humifiée; très fibreuse; restes de végétation facilement identifiable; nombreuses racines.
 35 - 160 Tourbe brune, très mal humifiée; très fibreuse avec une teneur élevée en matériaux pailleux.
 160 + 10YR5/1 - Limon sableux gris moyen; humide et collant; pauvre en matière organique.

15 cm d'eau stagnante en surface.

PROFIL N° B030

Situation : Série 4, photo 404
 Unité de sol : E3 (c)
 Matériel parental : Tourbe
 Micro-relief : Touffes herbeuses; Pente 1%
 Végétation : Miscanthidium violaceum
 Drainage : Très pauvre

Description du profil (sondage par forage)

Profondeur (cm)

Caractéristiques

0 - 40 Tourbe brun foncé, très mal décomposée; très fibreuse; restes de végétation très facilement identifiable; abondantes racines.
 40 - 120 Tourbe brune, très mal décomposée; très fibreuse avec une teneur moyenne en matériaux pailleux.
 120 - 200 Tourbe brune, très mal décomposée; extrêmement fibreuse avec une plus haute teneur en matériaux pailleux que dans l'horizon ci-dessus; mince couche de matériaux ligneux à 120 cm.
 200 - 300 Tourbe brune, très mal décomposée, comme à l'horizon 40-120.
 300 - 380 + Tourbe brune, très mal décomposée; très fibreuse mais non pailleuse; partout une basse teneur en matériaux ligneux; pénétration arrêtée à 380 cm par une quantité très dense de matériaux ligneux.

30 cm d'eau stagnante en surface.

SUPPLEMENT 2

DONNEES DE LABORATOIRE



PNUD - PROJET DE LA KAGERA

LABORATOIRE DES SOLS

PROFIL NO.	PRO-FONDEUR (cm)	ANALYSE DE DIMENSION DES PARTICULES (%)			HUMIDITE (%)	PERTE AU FEU (%)	CE (mmhos/cm)	pH	CATIONS ECHANGEABLES (Meq./100 g sol)					P ₂ O ₅ /100 g (mg)	N DISPONIBLE (%)	CARBONE ORGANIQUE (%)	
		SABLE GROSSIER	SABLE FIN	ARGILE					Ca	Mg	H	K	Na				
B001	0-25	43,5	23,9	12,7	19,9	7,3	11,9	0,05	5,1	2,0	0,9	-	0,2	0,1	0,02048	0,014	9,1
B002	25-50	40,6	42,9	5,5	11,0	5,0	9,3	0,02	5,8	2,0	0,8	21,4	0,1	0,1	-	-	6,2
B003	50-100	25,0	60,6	5,2	9,2	3,2	4,8	0,01	5,8	1,0	0,9	15,8	0,1	0,1	-	-	2,0

Site de prélèvements B002 - Unité de sol A2

Site de prélèvements B003 - Unité de sol C1

B004	0-25	-	18,5	24,3	57,2	9,6	12,6	0,015	5,1	2,0	1,0	40,4	0,3	0,2	0,815	0,042	3,45
B005	25-50	-	20,4	19,6	60,0	3,7	4,2	0,006	5,5	1,0	2,1	22,8	0,1	0,1	-	-	-
B006	50-110	-	11,1	22,4	60,5	6,2	5,0	0,061	4,4	2,0	0,9	16,0	0,1	0,1	-	-	-

Site de prélèvements B006 - Unité de sol E3 (b)

B007	0-25	T	0	U	R	B	E	26,6	75,1	0,15	4,7	1,3	0,9	-	0,5	0,2	-	63,6
B008	25-50	T	0	U	R	B	E	20,5	71,9	0,03	4,9	1,3	0,9	32,4	0,5	0,2	-	62,0
B009	50-100	T	0	U	R	B	E	25,2	69,4	0,04	4,5	1,3	0,9	36,8	0,2	0,2	-	47,6

PNUD - PROJET DE LA KAGERA

LABORATOIRE DES SOLS

PROFIL NO.	PRO-FONDEUR (cm)	ANALYSE DE DIMENSION DES PARTICULES (%)			HUMIDITE (%)	PERTE AU FEU (%)	CE (mmhos/cm)	pH	CATIONS ECHANGEABLES (Meq./100 g sol)				P ₂ O ₅ /100 g (mg)	N DISPONIBLE (%)	CARBON ORGANIQ (%)				
		SABLE GROSSIER	SABLE FIN	SILT					ARGILE	Ca	Mg	H				K	Na		
Site de prélèvements B012 - Unité de sol E2 (c)																			
B010	0-35	T	0	U	R	B	E	35,9	74,9	0,209	4,7	4,9	0,7	-	1,7	0,5	-	48,5	
B011	35-110	T	0	U	R	B	E	19,8	71,2	0,066	4,7	4,9	0,7	41,2	0,7	0,4	-	66,3	
B012	110-180	T	0	U	R	B	E	13,2	65,6	0,056	4,3	3,1	1,8	48,0	0,3	0,4	-	44,5	
Site de prélèvements B014 - Unité de sol E3 (a/b)																			
B013	0-25	T	0	U	R	B	E	17,1	84,1	0,09	4,0	3,9	1,0	-	0,8	0,9	-	0,0476	60,5
B014	25-60	T	0	U	R	B	E	31,4	82,6	0,091	4,1	1,3	0,9	-	0,3	0,6	-	39,4	
B015	60-100	T	0	U	R	B	E	33,6	70,1	0,016	4,6	1,3	0,9	-	0,1	0,3	-	54,2	
Site de prélèvements B015 - Unité de sol E3 (c)																			
B016	0-30	T	0	U	R	B	E	10,9	89,1	0,146	4,5	2,2	0,9	-	1,6	0,3	-	60,7	
B017	30-60	T	0	U	R	B	E	15,1	87,9	0,073	4,3	2,2	0,9	-	0,5	0,3	-	76,4	
B018	60-100	T	0	U	R	B	E	13,4	64,3	0,106	4,2	1,3	0,9	-	0,2	0,3	-	58,6	

PNUD - PROJET DE LA KAGERA

LABORATOIRE DES SOLS

PROFIL NO.	PRO-FONDEUR (cm)	ANALYSE DE DIMENSION DES PARTICULES (%)				HUMIDITE (%)	PERTE AU FEU (%)	CE (mmhos/cm)	pH	CATIONS ECHANGEABLES (Meq./100 g sol)					P ⁰⁵ /100 g (mg)	N DISPONIBLE (%)	CARBONE ORGANIQUE (%)		
		SABLE GROSSIER	SABLE FIN	SILT	ARGILE					Ca	Mg	H	K	Na					
Site de prélèvements B017 - Unité de sol E3 (c)																			
B019	0-30	T	0	U	R	B	E	21,4	86,2	0,056	4,6	2,2	0,9	-	0,4	0,4	-	-	45,6
B020	30-60	T	0	U	R	B	E	30,3	72,0	0,041	4,1	2,2	0,9	-	0,4	0,5	-	-	44,1
B021	60-90	T	0	U	R	B	E	23,6	69,1	0,019	4,9	0,5	0,8	-	0,3	0,4	-	-	40,8

Site de prélèvements B018 - Unité de sol E3 (b/c)																			
B022	0-30	T	0	U	R	B	E	19,5	86,9	0,073	4,4	2,2	0,9	-	0,3	0,3	-	-	56,9
B023	30-60	T	0	U	R	B	E	17,5	81,2	0,046	4,3	2,2	1,8	-	0,7	0,3	-	-	60,1
B024	60-110	T	0	U	R	B	E	15,9	67,6	0,061	4,2	1,3	2,7	-	1,2	0,7	-	-	37,4

Site de prélèvements B020 - Unité de sol E3 (c)																			
B025	0-30	T	0	U	R	B	E	13,0	75,0	0,049	4,7	2,2	0,9	-	0,3	0,3	-	-	48,2
B026	30-60	T	0	U	R	B	E	13,1	75,4	0,049	4,7	3,1	0,9	-	0,6	0,4	-	-	47,9
B027	60-110	T	0	U	R	B	E	20,9	73,0	0,033	4,4	2,2	0,9	-	0,3	0,3	-	-	58,1

PNUD - PROJET DE LA KAGERA

LABORATOIRE DES SOLS

PROFIL NO.	PRO-FONDEUR (cm)	ANALYSE DE DIMENSION DES PARTICULES (%)			HUMIDITE (%)	PERTE AU FEU (%)	CE (mmhos/cm)	pH	CATIONS ECHANGEABLES (Meq./100 g sol)				P ₂ O ₅ /100 g (mg)	N DISPONIBLE (%)	CARBONE ORGANIQUE (%)		
		SABLE GROSSIER	SABLE FIN	SILT					ARGILE	Ca	Mg	H				K	Na
Site de prélèvements B022 - Unité de sol B2																	
B028	0-25	5,0	45,2	29,0	20,8	17,3	34,2	0,061	4,6	2,0	2,2	-	0,5	0,2	0,04233	0,0028	2,5
B029	25-50	5,5	75,0	7,0	12,5	5,7	10,1	0,012	5,1	2,0	2,0	-	0,2	0,1	-	-	-
B030	50-100	9,1	40,9	10,8	39,2	4,9	7,6	0,011	5,1	2,0	2,0	-	0,2	0,1	-	-	-
Site de prélèvements B023 - Unité de sol E3 (c)																	
B031	0-30	T 0	U	R	B E	16,9	67,2	0,159	4,3	1,3	0,9	-	0,3	0,5	-	-	59,8
B032	30-60	T 0	U	R	B E	26,7	59,2	0,106	4,0	1,3	0,9	-	0,3	0,5	-	-	49,8
B033	60-110	T 0	U	R	B E	20,5	59,1	0,061	4,4	1,3	0,9	-	0,3	0,5	-	-	50,6
Site de prélèvements B025 - Unité de sol B3 (c)																	
B034	0-30	T 0	U	R	B E	25,0	61,8	0,043	4,6	2,5	1,9	-	0,28	0,15	-	-	56,2
B035	30-60	T 0	U	R	B E	41,5	48,0	0,052	4,3	0,5	1,0	-	0,10	0,15	-	-	46,4
B036	60-110	T 0	U	R	B E	5,2	63,6	0,049	4,0	0,5	1,0	-	0,10	0,18	-	-	46,0

PNUD - PROJET DE LA KAGERA

LABORATOIRE DES SOLS

PROFIL NO.	PRO-FONDEUR (cm)	ANALYSE DE DIMENSION DES PARTICULES (%)			HUMIDITE (%)	PERTE AU FEU (%)	CE (mmhos/cm)	pH	CATIONS ECHANGEABLES (Meq./100 g sol)					P ₂ O ₅ /100 g (mg)	N DISPONIBLE (%)	CARBON ORGANIQ (%)				
		SABLE GROSSIER	SABLE FIN	SILT					ARGILE	Ca	Mg	H	K				Na			
Site de prélèvements B026 - Unité de sol E3 (c)																				
B037	0-30	T	0	U	R	B	E	14,4	72,9	0,183	4,6	5,4	3,0	-	1,90	0,73	-	-	53,0	
B038	30-60	T	0	U	R	B	E	15,5	72,6	0,091	4,2	2,5	1,9	-	0,43	0,38	-	-	53,0	
B039	60-90	T	0	U	R	B	E	25,0	71,3	0,033	4,8	3,4	3,0	-	0,25	0,25	-	-	41,3	
Site de prélèvements B028 - Unité de sol E3/E4																				
B040	0-30	-	-	-	-	-	-	79,8	76,3	0,008	4,8	2,5	0,9	-	0,85	0,28	-	-	37,4	
B041	30-60	-	-	-	-	-	-	57,5	70,3	0,024	4,7	3,4	0,9	-	0,15	0,15	-	-	35,1	
B042	60-110	-	-	-	-	-	-	26,7	59,8	0,032	4,5	3,4	1,0	-	0,20	0,15	-	-	56,2	
Site de prélèvements B129 - Unité de sol C1																				
B043	0-25	-	-	5,1	73,1	21,8	-	22,7	22,1	0,014	5,4	0,5	1,9	-	0,2	0,18	-	-	0,0252	8,3
B044	25-45	-	-	20,4	39,1	40,5	-	10,7	6,6	0,007	5,7	2,5	1,9	-	0,2	0,18	-	-	-	-
B045	45-100	-	-	7,6	35,3	57,1	-	5,3	6,4	0,006	5,5	2,5	1,9	-	0,15	0,15	-	-	-	-

ORIGINE	SYMBOLE	CARACTERISTIQUES GENERALES
Matériel colluvial-alluvial en bordure de marécages. Nappe phréatique à ± 80 cm.	A1	Imparfaitement à pauvrement drainé; limon sableux à limon argileux sableux, texture moyenne; surface d'horizon riche en matière organique; contenant du sable moyen et grossier.
	A2	Comme ci-dessus, mais texture plus grossière que limon sableux.
Alluvions de niveau élevé principalement sur levées anciennes et noyau de méandres. Nappe phréatique à ± 100 cm.	B1	Fine texture d'argile, d'argile limoneuse et d'argile sableuse, contenant du sable fin; compacte et pauvrement structurée; fortement bariolé; imparfaitement drainé.
	B2	Texture moyenne de limon sableux à limon argileux, forte teneur en sable fin, compact et modérément à pauvrement structuré, fortement bariolé, imparfaitement drainé.
	B3	Texture plus grossière que limon sableux avec une très forte teneur en sable fin, compact et peu structuré, modérément à imparfaitement drainé.
Alluvions récentes sujettes à inondations et à accroissement. Nappe phréatique à ± 30 cm.	C1	Argile et argile limoneuse massive, pauvrement drainée, taches le long des tracés de racines en surface d'horizon, sol de surface riche en matière organique.
	C2	Comme ci-dessus, mais texture moyenne de limon sableux à limon argileux, teneur en sable essentiellement fin.
Matériel tourbeux peu profond (< 100 cm) recouvrant des alluvions. Nappe phréatique à 0-30 cm.	D1	< 100 cm de tourbe modérément humifiée (> 65 % de matière organique) recouvrant une fine et moyenne texture d'alluvions, très pauvrement drainé.
	D2	Comme ci-dessus, mais recouvrant des alluvions de texture grossière.
Matériel tourbeux contenant > 65 % de matière organique. Nappe phréatique à 0-30 cm.	E1	Tourbe (> 65 % de matière organique) 100-200 cm de profondeur, contenant fréquemment du bois. a) modérément humifié dans le haut de 150 cm b) pauvrement humifié dans le haut de 150 cm c) très pauvrement humifié dans le haut de 150 cm
	E2	Comme ci-dessus, mais à 200-300 cm de profondeur sous-sol usuellement très pauvrement humifié. a) b) comme ci-dessus c)
	E3	Comme ci-dessus, mais > 300 cm. a) b) comme ci-dessus c)
	E4	Très pauvrement humifié, tourbe flottante, normalement associée avec les axes de drainage et supportant des C. papyrus.
	E3/E4	Tourbe très pauvrement humifiée avec nappe phréatique en permanence en surface ou au-dessus; très molle mais non flottante.

▲ B022 Site de prélèvement numéroté
 ----- Route carrossable
 Echelle 1/50.000

FIGURE A.2
 LES VALLEES DE KANKUMA, KAJAI ET BUKUMBA
 SOLS

FIGURE A.3
 LES VALLÉES DE KANKUMA, KAJAI ET BUKUMBA
 CLASSIFICATION DES TERRES

Classe	Caractéristiques	Sous-classe	Restrictions
2	Terres convenant à la production d'une large gamme de cultures climatiquement adaptées, mais avec des facteurs défavorables limitant la gamme optimum et/ou augmentant les coûts de production ou de préparation du sol.	2sd	Nécessite un drainage modéré; quelques restrictions de sol dues à la forte teneur en sable.
3	Terres avec de sévères restrictions limitant la gamme de cultures et/ou augmentant fortement les coûts de production et de préparation du sol.	3s 3d 3sd	Restriction due à une très forte teneur en sable fin provoquant des contraintes au labour et des risques de battance; fertilité plutôt basse. Nécessite un drainage considérable dû à une nappe phréatique trop élevée. Nécessite un fort drainage, restriction du sol provenant de la forte teneur en argile ou en sable grossier, ou en matière organique.
4	Terres avec de très sévères restrictions limitant la production à très peu de cultures qui peuvent supporter des frais de culture élevés.	4	Très sévère restriction de drainage due à un niveau de nappe phréatique élevé dans les sols tourbeux, facteur de réduction modéré, fertilité basse ou très basse.
6	Terres avec de très sévères restrictions, impraticables et d'une amélioration non rentable.	6sd	Sols tourbeux, profonds, très pauvrement humifiés de très basse fertilité exigeant un important drainage et un facteur de réduction élevé; pente généralement très faible.

République Rwandaise
Ministère des Travaux Publics
et de l'Énergie

Etablissement Public de Production
de Transport et de Distribution
d'eau, d'Électricité et de Gaz
E L E C T R O G A Z

757

CONTRAT D'ETUDES N° II.07.021/652/85/DC/HQ

Intitulé ETUDE DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE KIGALI

Entre le Gouvernement de la République Rwandaise, représenté par
le Ministre des Travaux Publics et le Directeur d'ELECTROGAZ
désigné, ci-après, par le terme "L'Administration".
d'une part

et le Groupement SEURECA-BRGM-BCEOM :
SOCIETE D'ETUDE POUR L'URBANISME, L'EQUIPEMENT ET LES
CANALISATIONS,
BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERS,
BUREAU CENTRAL D'ETUDES POUR LES EQUIPEMENTS D'OUTRE MER,
représenté par le Chef de file SEURECA, en la personne de
Monsieur Bernard LEROUX, Directeur de SEURECA
désigné, ci-après, par le terme le "Consultant"
d'autre part,

Il est arrêté et convenu ce qui suit :

ARTICLE 1

Le Consultant met à disposition de l'Administration les
moyens en personnel et en matériel pour l'étude décrite
à l'article 2.

1.

Le contrat est régi par les documents suivants :

- le présent contrat et ses annexes
- la version définitive des Termes de Référence transmis par la Banque Africaino de Développement par lettre N° 848627 du 20 Septembre 1984,
- l'offre remise le 23 octobre 1984
- les clauses générales,
- les clauses particulières.

ARTICLE 2 - OBJET DU CONTRAT

Le présent contrat a pour objet l'étude du Plan Directeur d'Alimentation en eau potable de la ville de KIGALI, comprenant les 3 volets concomitants suivants :

- le Plan Directeur, *en demandes à P. 21642*
- la Tranche d'Urgence,
- la Tranche "MWANGE".

La Tranche d'Urgence, bien que se limitant à l'extension de systèmes existants, sera étudiée dans une réflexion d'ensemble du PD AEP.

La Tranche "MWANGE" constitue la première étape de réalisation des infrastructures nouvelles qui seront définies dans le PD-AEP. L'étude de factibilité, imposée par les termes de référence, conditionnera la poursuite des études détaillées. Les prestations comprennent en outre les travaux complémentaires à la bonne exécution du présent contrat soit :

- l'encadrement des équipes mis à disposition par ELECTROGAZ et l'exécution des études topographiques (cf annexe 4.2 de l'offre)
- la géotechnique comprenant la supervision, l'encadrement, et l'exécution (cf annexe 4.3 de l'offre)
- les campagnes de mesures hydrologiques, analyses chimiques et mesures sur le réseau avec l'assistance du personnel d'exécution d'ELECTROGAZ.

ARTICLE 3 - NATURE DES ETUDES ET PRESTATIONS

La nature des études et prestations est telle que décrite dans l'Offre, dont les tâches principales ont été établies sur la base des Termes de Référence, et suivant liste annexe 1, soit :

1. la collecte des données,
2. la définition des normes pratiques et critères,
3. l'étude de la législation et de la réglementation,
4. l'étude des besoins en eau potable,
5. le diagnostic sur le système existant
6. l'étude des ressources et de leur traitabilité,
7. l'étude des Schémas d'Aménagement et du Plan Directeur,
8. la Tranche d'Urgence,
9. la Tranche MWANGE.

Le détail et l'articulation de ces tâches sont indiqués dans l'Offre Technique du Consultant et mis à jour après négociation suivant les annexes :

- annexe 1 liste détaillée des tâches
- annexe 2 chronogramme prévisionnel des tâches et rapports
- annexe 3 chronogramme d'intervention des experts remplace le chronogramme prévu en page 3.6 et 3.7 de l'offre technique.
- annexe 4 devis estimatif

ARTICLE 4 - RESPONSABILITE DU CONSULTANT

Les données, renseignements et chiffres, fournis par l'Administration, sont pris en compte par le Consultant sous sa propre responsabilité, sauf lorsqu'ils sont fournis par écrit par l'Administration.

ARTICLE 5 - MOYENS EN PERSONNEL ET MATERIEL

Le personnel mis en place par le Consultant correspond à l'Article 3.1 de l'Offre et suivant annexe 3 (chronogramme d'intervention des experts). Il sera soumis à l'autorité de l'Etablissement Public de Production, de Transport et de Distribution d'Eau, d'Electricité et de Gaz (ELECTROGAZ), qui représente l'Administration Rwandaise.

Dans les conditions ci-dessus, le Consultant mettra à disposition de son personnel tout le matériel et le personnel auxiliaire nécessaires pour la bonne exécution de son contrat (logement, équipement de bureau, véhicules appropriées, équipement administratif et de travail, etc...). *l* *4*

5.1 CONDITIONS PARTICULIERES POUR LES TRAVAUX PREPARATOIRES

a) Topographie

Matériel

Le Consultant utilisera le matériel qui sera mis à sa disposition par l'Administration, à savoir :

- 2 théodolites, type T2 wild avec mesures automatiques des distances,
- 1 niveau de précision.

Personnel

Le Consultant fournira le personnel d'encadrement nécessaire à la constitution de brigades topographiques.

L'Administration mettra à disposition du Consultant :

- le personnel nécessaire à la constitution de brigades topographiques,
- la main d'oeuvre nécessaire à l'exécution de toute intervention sur les systèmes existant, nécessitée par les études, sous la direction du Consultant.

b) Géotechnique

Les sondages et essais géotechniques seront exécutés par le projet des Recherches Minières du Ministère des Mines et de l'Artisanat qui dispose du matériel nécessaire, aux frais et sous la direction du Consultant (Article 4.3 de l'Offre), et tels que repris dans le devis estimatif (annexe 4). La main d'oeuvre nécessaire sera mise à disposition par l'Administration.

5.2 DISPOSITIONS GENERALES

L'Administration nommera, au début des études, un responsable de projet qui sera le correspondant du Chef de Mission et du Chef de Projet du Consultant. Les communications techniques et administratives, entre l'Administration et le Consultant, s'effectueront par son intermédiaire.

L'Administration s'engage notamment à fournir aux experts du Consultant toute l'assistance administrative indispensable à leur séjour au RWANDA : obtention de permis de travail, d'autorisation d'importation de matériel, etc... 1

Le détail du personnel mis à disposition par le Consultant figure au Chapitre 3 de l'Offre y compris chronogramme d'intervention des experts affectés aux différentes tâches (annexe 3)

Des aménagements à ce planning d'utilisation des experts pourront être apportés d'un commun accord entre l'Administration et le Consultant en fonction des besoins de l'étude

Le Consultant fera participer au projet le personnel désigné par Electrogaz et l'initiera à l'utilisation du matériel informatique ainsi qu'aux diverses méthodes de calcul utilisés pour le projet.

ARTICLE 6 - NOMBRE, GENRE ET DELAIS DES RAPPORTS

Conformément aux Termes de Référence, il est prévu de remettre outre les rapports mensuels et trimestriels d'avancement, les rapports suivants, le nombre indiqué correspondant à l'édition définitive. Les délais d'approbation sont ceux précisés dans les Termes de Référence. Passé ce délai, les documents seront réputés approuvés.

- au 2ème mois :

- . Le rapport de premier établissement qui contiendra entre autre les notes de travail concernant la demande en eau actuelle, le diagnostic sur le système existant, l'étude de l'extension des ressources actuellement mobilisées et les normes et critères spécifiques au projet ;
- . le rapport sur les ressources souterraines mobilisables et les recommandations concernant une éventuelle campagne de mesure (PD 631) en 20 exemplaires. Les rapports provisoires seront remis en six (6) exemplaires.

- au 3ème mois :

- . le rapport de collecte des données (PD 1),) en 30
- . le rapport sur les besoins en eau potable (PD4) exemplaires
- . le rapport justificatif de la Tranche d'Urgence (TU1) en 10 exemplaires,

- au 4ème mois :

- . Les rapports sur les normes et critères (PD21 et PD22) en 30 exemplaires,
- . Le rapport sur les instruments législatifs et règlementaires (PD 3), en 20 exemplaires,
- . Le rapport sur le système existant (PD 5), en 10 exemplaires

- le rapport sur les ressources déjà exploitées (PD 61) en 10 exemplaires,
 - le Cahier des Charges d'essais et de mesure des ressources souterraines, en option (PD 632), en 12 exemplaires.
- au 6ème mois :
- L'Avant Projet Détaillée de la Tranche d'Urgence (TU 2) en 15 exemplaires.
- au 7ème mois
- les documents d'Appel d'Offres de la Tranche d'Urgence (TU 3) en 12 exemplaires.
- au 9ème mois :
- le rapport sur les ressources superficielles mobilisables et en option le Cahier des Charges pour les essais de captation indirecte (PD 622), en 12 exemplaires.
- au 12ème mois :
- le rapport sur les Schémas d'Aménagement (PD 71) en 10 exemplaires.
- au 15ème mois :
- le Plan Directeur (PD 72) en 20 exemplaires,
 - l'étude de factibilité de la Tranche MWANGE (TM1), en 20 exemplaires.
- au 20ème mois :
- l'Avant Projet Détaillé de la Tranche MWANGE (TM2), en 10 exemplaires.
- au 21ème mois :
- les documents d'Appel d'Offres de la Tranche MWANGE (TM 3) en 15 exemplaires avec dossier concours (ou le traitement)

Les dates indiquées correspondent à la remise des documents sous forme provisoire. Comme prévu dans les Termes de Référence l'édition définitive se fera après réception des remarques d'ELECTROGAZ et du FAD, en conformité avec les Termes de Référence.

ARTICLE 7 - AUTORITE HIERARCHIQUE

Le personnel mis en place par le Consultant sera soumis à l'autorité du Ministre des Travaux Publics représenté par le Directeur d'ELECTROGAZ.

ARTICLE 8 - DETERMINATION DES PRIX

Sur base des prix, quantités et estimations figurant dans le devis estimatif (annexe 4), la rémunération du Consultant s'effectuera suivant les règles ci-après :

8.1 AVANCE DE DEMARRAGE

Une avance de démarrage de 20 % du montant des honoraires définis à l'Article 8.2 (Francs Français et Francs Rwandais) sera versée à la signature du contrat. Elle sera récupérée par déduction, à chaque facture ultérieure, d'un prorata du coût de celle-ci dans le coût total, respectivement en devises et monnaie locale.

8.2 HONORAIRES

Les honoraires du bureau couvriront tous les traitements et salaires du personnel affecté au projet, ainsi que tous les autres coûts directs ou indirects supportés par le Consultant conformément à l'estimation financière. (Devis estimatif à l'Article 4.2).

Ceux-ci seront fermes et définitifs les douze (12) premiers mois et révisables à compter du 13ème mois conformément à l'article 8.3.

Ils seront facturés au prorata des prestations programmées à la remise des rapports provisoires, diminués proportionnellement d'une retenue de bonne fin de 10 % qui sera libérée à la clôture et l'approbation des études et réglée à l'approbation des rapports définitifs dans les limites prévues aux Termes de Référence. La part d'honoraires facturable sera en conformité avec la remise des rapports tel que prévu à l'article 6 :

3

<u>- au 4ème mois :</u>	
• rapport de collecte	PD I
• normes pratiques et critères	PD 2
• législation et réglementation	PD 3
• demande en eau potable à l'horizon 2000	PD 4
• diagnostic sur le système	PD 5
• ressources actuellement mobilisables et possibilité d'extension	PD 6I
• ressources souterraines	PD 63I
• rapport descriptif et justificatif de la tranche d'urgence	TU I
	} 14%
	} 7%
<u>- au 7ème mois :</u>	
• Etudes détaillées et dossier d'appel d'offres de la tranche d'urgence	TU 2 et TU 3
	16%
<u>- au 9ème mois :</u>	
• ressources superficielles mobilisables	PD 621
	5%
<u>- au 12ème mois :</u>	
• Schemas d'aménagement	PD 7I
• factibilité de la tranche Mwangé (première partie)	10%
	7%
<u>- au 15ème mois :</u>	
• Plan Directeur à l'horizon 2000	PD 72
• Factibilité de la tranche Mwangé rapport final	TM I
	6%
	7%
<u>- au 21ème mois :</u>	
• Etudes détaillées et dossiers d'appel d'offres de la tranche Mwangé	TM 2 et TM 3
	28%

Ces réglemens concernent la part en Francs Français

En ce qui concerne les francs Rwandais, ils seront réglés forfaitairement selon les montants indiqués au devis estimatif (annexe 4.2.5).

Le montant total d'honoraires indiqués au devis estimatif est de :

11 332 695 Francs Français
et
13.495.000 Francs Rwandais

8.3 REVISION DES PRIX

Les montants forfaitaires de la part en francs français définis à l'article 8.1 (établis à partir du devis estimatif (annexe 4.2.5)) sont établis en fonction des conditions économiques de Février 1985.

Ils sont fermes et définitifs les douze premiers mois.

A compter du 13^{ème} mois et uniquement pour les tâches 920 et 930 (Avant Projet Détaillé et Dossier d'Appel d'Offres), chaque paiement concernant les honoraires d'experts (annexe 4.2) sera révisé par application de la formule :

$$P = PO \left(0,10 + 0,90 \frac{Im}{Io} \right)$$

dans laquelle :

P est le montant révisé
Po est le montant d'honoraires d'experts définis à l'annexe 4.2
Im indice Syntec pour le mois auquel est effectué la facturation
Io indice Syntec du mois de Février 1985.

8.4 TRANSPORTS

Les transports internationaux, expéditions de documents, etc... seront remboursés sur pièces justificatives jusqu'au maximum prévu dans le devis estimatif (annexe 4 - 4.3.1 et 4.3.2) pour un plafond de 600.000 FF.

8.5 EQUIPEMENTS

Les équipements d'études (matériel informatique, mesures, etc...) utilisés sur place et qui resteront la propriété d'ELECTROGAZ, ainsi que leur transport seront acquis hors taxes et remboursés sur pièces justificatives (achat et transport) majorés de 15 % pour peines et soins, tel que prévu dans le devis estimatif (annexe 4.4.1) pour un montant de 115 000 FF.

Le matériel acheté localement sera remboursé sur pièces justificatives avec une majoration de 5 %. Il s'agit des véhicules et autres équipements indiqués dans le devis estimatif (annexes 4.4.2, 4.4.3).

Le montant total est de 260 000 FF.

Le remboursement des équipements au Consultant s'effectuera comme suit :

- 50 % à la signature de la convention,
- 30 % à la réception conforme sur place,
- 20 % à la remise à ELECTROGAZ à la fin de l'utilisation par le Consultant.

8.6 TAUX DE CONVERSION.

Vu que le marché est libellé, partie en Francs Rwandais et partie en Francs Français, les paiements seront faits comme tels. Au cas où le Consultant posséderait à la fin des travaux un surplus en Francs Rwandais, il pourra échanger ce surplus au taux de change de la Banque Nationale du RWANDA à condition que le montant total en Francs Rwandais consommé par le Consultant à la fin du marché soit au moins égal à 75% du montant prévu à l'estimation financière.

8.7 PAIEMENTS

Les paiements en Francs Français, effectués au titre de la présente convention par l'Administration, se feront sur le compte du Consultant ouvert, au nom du Groupement, à la Banque au

Les paiements en Francs Rwandais s'effectueront dans les mêmes conditions sur le compte N° 2.223.288.3071.11 ouvert par le Consultant, au nom du Groupement, à la Banque Continentale Africaine du Rwanda.

8.8 AUTRES PAIEMENTS

En cas de nécessité, des conditions d'autres paiements éventuels seront définies ultérieurement.

8.9 PROCEDURE DE PAIEMENT

Le Consultant présentera, pour chaque paiement prévu aux Articles 8.2, 8.4 et 8.5, ci-dessus, une facture en Francs Français et une en Francs Rwandais, chacune avec six copies au représentant de l'Administration, le Directeur d'ELECTROGAZ B.P. 537 KIGALI. l g

ARTICLE 9 - DUREE DES ETUDES ET DU CONTRAT

* La durée des études est de 21 mois, après notification du contrat, la durée du contrat étant fixée à 24 mois pour assurer les approbations des dernières études et leur règlement.

ARTICLE 10- PRIVILEGES ET IMMUNITES

10.1 Le Gouvernement accorde au Consultant, ainsi qu'aux membres expatriés de son personnel, les privilèges et immunités suivants :

- i) immunités contre toute action en justice pour tous les actes accomplis par eux en leur qualité d'agents d'exécution de l'étude ;
- ii) même privilège, en ce qui concerne les facilités de change que ceux accordés aux membres de rang équivalent des missions diplomatiques ;
- iii) exemption des restrictions à l'immigration pour eux-mêmes et les membres de leur famille à charge ;
- iv) facilités de rapatriement pour eux-mêmes et leur familles à charge, dans les conditions analogues à celles dont bénéficient les membres de rang équivalent des missions diplomatiques, en cas de guerre, troubles sociaux ou tensions internationale ;
- v) inviolabilité du secret et insaisissabilité des documents relatifs au projet ;
- vi) exonération de tout droit et taxe au titre de :
 - traitements et salaires perçus par le personnel expatrié chargé d'exécuter les études,
 - véhicules, machines, matériels et fournitures importés pour les besoins de l'étude.

10.2 Au cas où les exonérations ci-dessus ne seraient pas accordées par le Gouvernement, elles seront prises en charge par ce dernier.

La liste des membres nationaux du personnel recrutés sur place dans le cadre des études et qui ne doivent pas bénéficier de ces privilèges et immunités, sera communiquée au Gouvernement par le Bureau d'Etudes. *l* *g*

ARTICLE II - ADRESSES

Les adresses sont :

- L'Administration,

Monsieur le Ministre des Travaux Publics et
de l'Equipement B.P. 24, KIGALI

Monsieur le Directeur d'ELECTROGAZ
B.P. 537 KIGALI

- L'Attributaire,

Groupement SEURECA, BRGM, BCEOM,
6 Rue Anatole de la Forge PARIS 75017 FRANCE

ARTICLE I2 - Les différends éventuels seront réglés à l'amiable.


A défaut de cela, ils seront résolus par la Chambre de
Commerce Internationale de Genève.

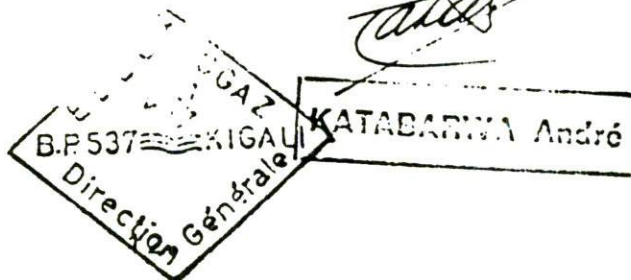
Kigali, le - 1 MARS 1995

Pour le Groupement
SEURECA, BRGM, BCEOM


B. LEROUX
Directeur

Pour l'Administration Rwandaise
le Ministre des Travaux Publics
et de l'Energie


Le Directeur d'ELECTROGAZ


B.P. 537 KIGALI
Direction Générale
KATABARWA André

- 100 COLLECTE DES DONNEES
 110 RWANDA
 111 Cadre législatif et institutionnel
 112 Ressources en eau connues
 113 AEP Urbaine
 114 AEP Rurale
 115 Assainissement Eaux Pluviales
 116 Assainissement Eaux Usées et Déchets Solides
 117 Situation Sanitaire
 118 Coûts Unitaires
 119 Synthèse: contraintes de développement du secteur
 120 KIGALI
 121 Situation géographique et climatologique
 122 Données démographiques et urbaines
 123 Activités économiques
 124 Infrastructures actuelles AEP
 125 Infrastructures actuelles Assainissement
- 200 NORMES PRATIQUES ET CRITERES
 210 POTABILITE DE L'EAU
 220 RECOMMANDATIONS TECHNIQUES
 221 Captages
 222 Traitement
 223 Stockage
 224 Distribution
 225 Comptage
 226 Branchements et bornes fontaines
 227 Divers
 230 CRITERES DE DIMENSIONNEMENT
 231 Débits
 232 Pressions
 233 Exploitation
 234 Simulation
 240 CRITERES ECONOMIQUES
 250 NORMES DE REFERENCE DES PRINCIPAUX EQUIPEMENTS ET MATERIELS
 260 CRITERES DE CONCEPTION ET DE PLANTIFICATION SPECIFIQUES AU PROJET
- 300 LEGISLATION ET REGLEMENTATION
 400 BESOINS EN EAU POTABLE
 410 ANALYSE DETAILLEE DE LA DEMANDE ACTUELLE
 420 CHOIX DES RATSUS ET DES PARAMETRES
 430 DEMANDE EN EAU POTABLE EN L'AN 2000
- 500 DIAGNOSTIC SUR LE SYSTEME EXISTANT
 510 COMPILATION ET ANALYSE DE L'ETUDE DE DIAGNOSTIC
 520 MODELE INFORMATIQUE
 530 MESURES COMPLEMENTAIRES
 540 CAPACITE ET INSUFFISANCES DU SYSTEME ACTUEL
 550 ETUDE DU SYSTEME CENTRE VILLE
- 600 ETUDE DES RESSOURCES ET DE LEUR TRAITABILITE
 610 RESSOURCES ACTUELLEMENT MOBILISABLES ET EXTENSION
 611 Débits
 612 Capacité d'adduction
 613 Caractéristiques physiques et chimiques
 614 Coûts d'investissement et d'exploitation
 615 Incidence sur l'environnement
 616 Synthèse, diagnostic et propositions
- MM: Les tâches soulignées correspondent à la remise d'un rapport spécifique
- 620 RESSOURCES SUPERFICIELLES MOBILISABLES
 621 Ressource MWANGI (cf tâche 910)
 622 Autres ressources mobilisables
 623 Campagne de mesures et d'analyses
 624 Données hydrologiques et climatiques
 625 Caractéristiques des sites de prise
 626 Coûts d'investissement et d'exploitation
 627 Effets sur l'environnement
 628 Conclusions et recommandations
 629 Cahier des charges pour les essais de captation
 630 RESSOURCES SOUTERRAINES (optionnel)
 631 Enquête documentaire
 632 Analyse critique
 633 Conclusions et recommandations
 634 Cahier des charges pour une campagne de prospection (optionnel)
- 700 SCHEMA D'AMENAGEMENT ET PLAN DIRECTEUR
 710 SCHEMAS D'AMENAGEMENT
 711 Hypothèses de localisation des ressources
 712 Hypothèses de localisation des stockages et d'organisation de la distribution
 713 Elaboration de 3 ou 4 schémas avec phasage
 714 Simulation sur ordinateur des schémas
 715 Estimation des coûts
 716 Analyse multicritère
 717 Conclusions et recommandations
 720 PLAN DIRECTEUR 2000
 721 Description de la solution adoptée
 722 Programmation des investissements
 724 Justification économique
 723 Justification financière et politique tarifaire
- 800 TRANCHE D'URGENCE
 810 JUSTIFICATION DE LA TRANCHE D'URGENCE
 811 Synthèse des tâches 4.1.5 et 6.1
 812 Solutions proposées
 813 Estimation des coûts
 814 Justification économique et financière
 820 ETUDES DETAILLEES (APD)
 821 Etudes détaillées prise
 822 Etudes détaillées traitement
 823 Etudes détaillées adduction, stockage distrib.
- 830 DOCUMENTS D'APPEL D'OFFRE (DAO)
 831 DAO prise
 832 DAO traitement
 833 DAO adduction stockage distribution
- 900 TRANCHE MWANGI
 910 FACTIBILITE MWANGI
 911 Mise à jour de la pré-étude et compléments
 912 Campagne de mesure
 913 Conception des ouvrages de captage
 914 Première phase Adduction, Stockage et Distribution
 915 Evaluation des coûts (1ère phase de 722)
 916 Justification économique et financière (1ère phase de 723 et 724)
 920 ETUDES DETAILLEES MWANGI (APD)
 921 Etudes détaillées barrage et prise
 922 Etudes traitement, prép. doss. concours
 923 Etudes détaillées adduction stockage distribution
 930 DOCUMENTS D'APPEL D'OFFRE (DAO)
 931 DAO barrage et prise
 932 Dossier concours traitement
 933 DAO adduction stockage distribution

ANNEXE III.

Chronogramme d'intervention des experts

- | | | |
|---|--|--|
| I | Tâches 100 à 600 | |
| 2 | Compléments tâche 620 - ressources superficielles mobilisables | |
| | Tâche 800 - Tranche d'Urgence | |
| 3 | Tâche 700 | Schémas d'aménagement
Plan Directeur en l'an 2000 |
| 4 | Tâche 900 | Tranche M'V'NGE. L |

DESIGNATION	Interventions		3	2	1	0	Experts prévus
	Rwanda	France					
I) Tâches 100 à 600 Supervision	0,50	0,25					Lercoux
<u>Tâche 100 collecte des données</u>							
- <u>Direction de projet/Coordination</u> (110; 118)	0,25	0,25					Lacrier
- <u>Ingenieur en chef</u>							Vaubourg
• Ressources en eau connues							
• Assainissement, EU, EP, déchets solides - infrastructures actuelles AP (115, 116, 125)	0,25						Hoff Raffier
• Situation sanitaire (113, 124)	0,50						Wolfrom
- <u>Ingenieur Junior</u> (110, 111, 120, 121, 122, 123)	0,25						Hoarau
- <u>Chef de mission</u> (113, 124)							Foltz
<u>tâche 200 (normes et critères)</u> <u>Coordination / rapport final</u>							
- <u>Directeur de Projet</u> - comparaison et planification variantes, analyse séparabilité, actualisation (244, 245 246)							Lacrier
- <u>Ingenieurs en chef</u>							
• Potabilité de l'eau 210							
• Traitement							
• Critères économiques 240							
• Normes de références et critères de planification 250/260							Hoff Vaubourg

PD1

....

Ingénieurs senior 1

- recommandations techniques, stockage, distribution, comptage, branchement bornes fontaines, (220, 221, 223, 224, 225, 226, 227)

Critères de dimensionnement débit pression, exploitation (230)

- Critères économiques

- durée de vie des ouvrages, couts unitaires d'investissement et exploitation (241, 242, 243)

- critères de conception et larification(250/260)
- branchements (221)

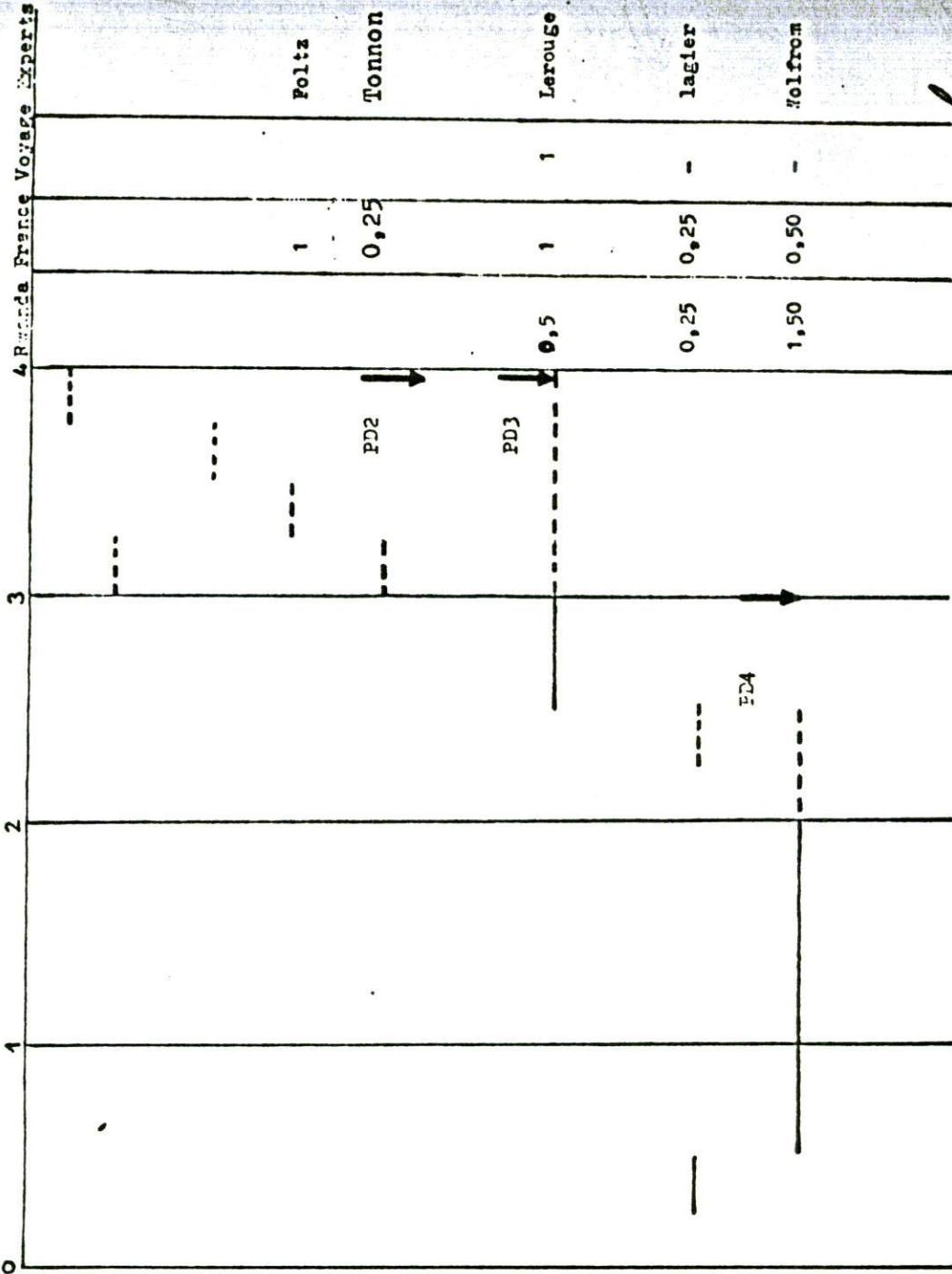
tranche 300

Législation et réglementation
 techniques, compléments proposés et procédures - ingénieur en chef

tranche 400 Besoins en eau potable

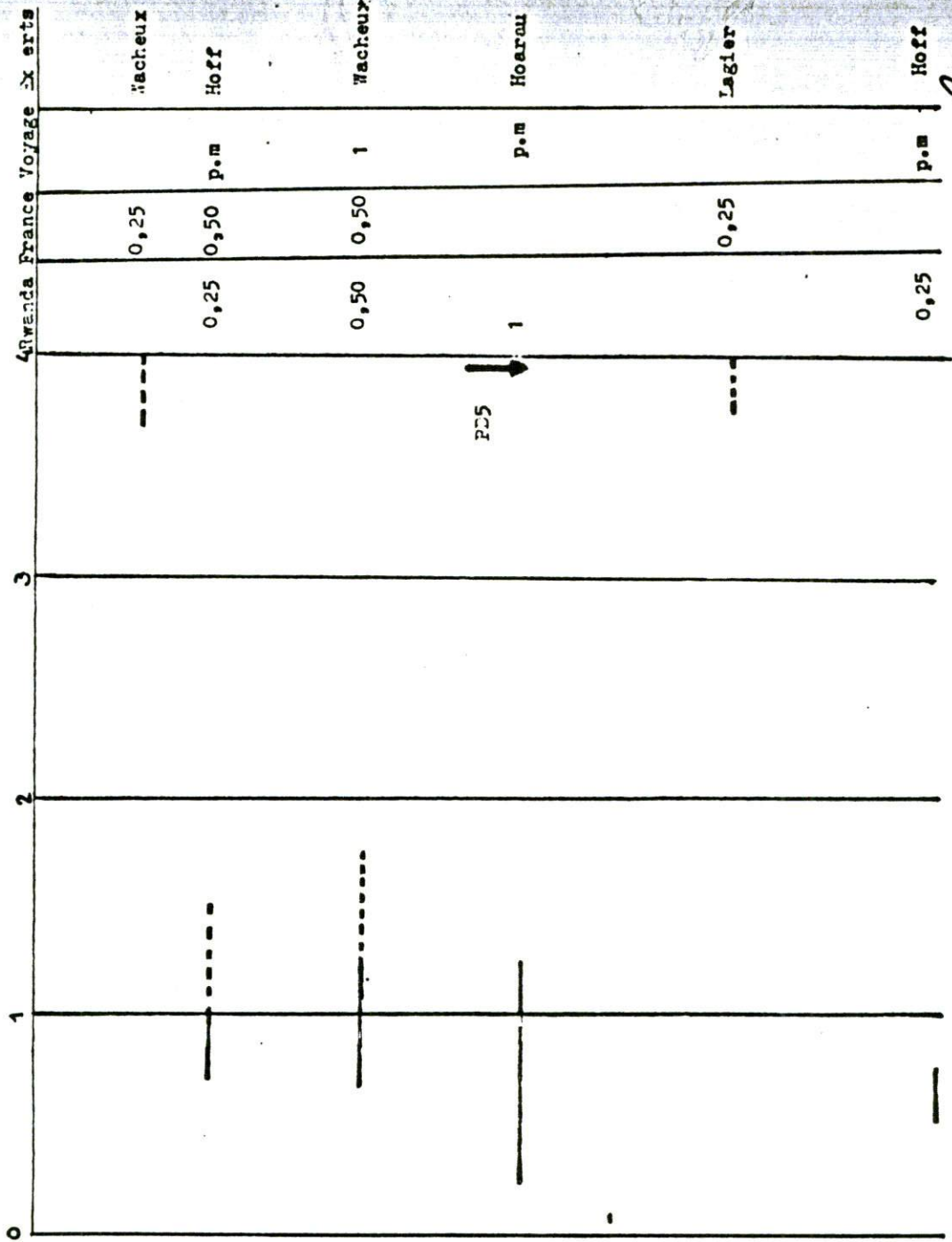
- direction de projet-coordination
 - Ingénieur junior

- Analyse situation actuelle 410
- Choix ration et paramètres 420
- Demande eau potable an 2000 430



2

.../...



.../...

• tache 500 diagnostic sur le système existant

• Coordination

• Ingénieur en chef

• Etude centre ville et traitement

• Ingénieur senior 1

• Modèle informatique

• Capacité, insuffisance système actuel

• Etude centre ville

• Ingénieur résident

• Compilation et analyse diagnostic

• Mesures complémentaires

• tache 600 Etude ressources et traitabilité

610 Ressources actuellement mobilisées et traitabilité

• Direction de projet et coordination

• Ingénieur en chef

613 • Caractéristiques chimiques et physiques

615 • Incidence sur l'environnement

616 • Synthèse

16 Rwanda 16 France Voyage experts

Task / Description	9	10	11	12	13	14	15	16	Rwanda	France Voyage experts	
700 Schemas d'aménagement et plan directeur Supervision									0,75	2 ³	Ieroux
710 Schémas d'aménagement									0,50		
Direction de projet											
716 Analyse multicritère											
717 Conclusions et recommandations									1,75	3	Lagier
Ingénieur en chef											
711 Hypothèses de localisation des ressources									0,50	1	Martin - Vaubourg
713 Elaboration de 3 ou 4 schémas avec phasage (traitement)									0,50	1	Hoff
Ingénieur senior											
713 Elaboration de 3 ou 4 schémas avec phasage (attribution, stockage distribution)									1,50	1	Foltz/Reumeau
714 Simulation sur ordinateur des schémas										1	Wacheux

....

2

	9	10	11	12	13	14	15	16	Rwanda	France Voyages Exerts
712 Hypothèse de localisation des stocks et organisation de la distribution				↓ PD 71					1,5	p.m Mearau
715 Estimations des coûts rojetseurs									1,75	1 Goujon
720 Plan directeur an 2000										
722, 24 et justification économique									0,25	1,5 Lagier
723 justification financière et politique tarifaire										1 Morichau
721 Description de la solution adaptée										1 Foltz/ REUNEAU

2

PD 72

2

	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Rwanda	France	Voyage	Experts
920 Etudes détaillées AD Ingénieur en chef															0,50		Colomer
922 . coordination															1		Hoff
922 . dossier concours traitement																	
921 . Etudes barrage et prise																	
923 . géotechnique																	
923 . Adduction, stockage, distribution																	
923 . Ingénieur senior 2																	
923 . électromécanique																	
923 . génie civil																	
930 Dossier d'appel d'offre																	
930 Ingénieur en chef																	
932 . coordination																	
932 . dossier concours traitement (cf 922)																	
932 Ingénieur senior 1																	
931 . barrage et prise																	
933 . adduction stockage distribution																	
933 Ingénieur senior 2																	
933 . électromécanique																	

2

2

212

213

P.M

A N N E X E 4

Devis estimatif

- 1 - Burdereau de prix unitaires des experts
- 2 - Répartition des prestations par tâche indiquant coût en devises et monnaie locale.
 - 2.1. tâches 100 à 600
 - 2.2. tâche 700 Schémas d'aménagement et plan directeur
 - 2.3. tâche 800 Tranche d'urgence
 - 2.4. tâche 900 Tranche Mwange
 - 2.5. récapitulation des honoraires
 - 2.6. tâches optionnelles. *Ⓟ*
- 3 - Voyages et expéditions
 - 3.1. voyages
 - 3.2. expéditions
- 4 - Equipements
 - 4.1. équipements d'études
 - 4.2. véhicules
 - 4.3. autres équipements *ℓ*

1 - Bordereau de prix unitaires des experts

Désignation	Unité	Coût en devises (FF)		Coût en monnaie locale FRW.	
		Francs	Rwandais	indemnités	(Perdiem)
Supervision	H/M	93.600	102.000	280.000	
Direction de projet:	H/M	87.500	99.500	280.000	
Ingénieur en chef	H/M	78.200	87.500	230.000	
Ingénieur Senior 1	H/M/	65.160	79.150	230.000	
Ingénieur Senior 2	H/M	56.600	65.200	230.000	
Ingénieur Junior	H/M	51.400	59.000	230.000	
Coordinateur dessin:	H/M	55.700	-	-	
Projeteur 1	H/M	48.500	-	-	
Projeteur 2	H/M	40.600	55.500	230.000	

Répartition des prestations par tâche indiquant coût en devises et monnaie locale

Le chronogramme est conforme à l'annexe 3. " Chronogramme d'intervention des experts par tâche "

Désignation	Unité	Quantité	Coûts unitaires		Produit			
			France	Rwan-	FF	F.Rwan-	FF	F.Rwande
2.1 Tâches 100 à 600	-							
Collecte des données, normes, législation, réglementation, besoins en eau, diagnostic, ressources et traitabilité			da		dais			
Supervision	H/M	0,25		93.600		23.400		
Direction de projet		1	0,50	102.000	280.000	51.000	140.000	
Ingénieur en Chef		4,75	0,50	99.500	280.000	49.750	140.000	
Ingénieur Senior 1		2	1,75	87.500	230.000	153.125	402.500	
Ingénieur Senior 2		0,25	0,50	79.150	230.000	39.575	115.000	
Ingénieur junior		0,75	6,25	56.600	230.000	14.150	1437.500	
Projeteur 1		2		51.400		38.550		
Projeteur 2		1	2	59.000	230.000	118.000	460.000	
			1	48.500		97.000		
			4,25	40.600		40.600		
				55.500	230.000	235.875	977.500	
<u>Partiel honoraires</u>	-	-	-	-	-	1857795	3672500	
Voyages Paris Kigali	A.R	12	p.m sur justification					
fonctionnement bureau	F/mois		4	7.000	100.000	28.000	400.000	
fonctionnement véhicules(2)			(4x2)	2.000	60.000	16.000	480.000	
analyses et divers	F	1	1	160.000	100.000	160.000	100.000	
Dossiers				170.000		170.000		
<u>partiel frais et débours</u>	-	-	-	-	-	374.000	980.000	
T O T A L 0/600						<u>2231795</u>	<u>4652.500</u>	
se décomposant en :								
Tâches 0.600 sauf 626								
Tâche 626						1.576.620	3.050.000	
						655.275	1.602.500	
<u>Tâches optionnelles</u>								
Cahier des charges pour essai de captation indirecte (PO 622)	F					200.000		
Cahier des charges pour hydrogéologique (PD 632)	F					250.000		
						450.000		

		:Quantité		:Cout unitaire		:Produits	
		:Unité:France	:Rwanda:	FF	FRW.	FF	FRW.
2.2	Tâche 700-Schéma d'aménagement et Plan directeur	:	:	:	:	:	:
710	<u>Schema d'aménagement: Supervision</u>	H/M	0,75	93600:		70200:	
	Direction du projet	:	0,50	102000:	280000:	51000:	140000
	Ingénieur en Chef	:	1,75	87500:	280000:	43750:	490000
	Ingénieur Senior 1	:	0,50	99500:	280000:	174125:	490000
	Ingénieur Senior 2 (Résident)	:	1	78200:	230000:	87500:	230000
	Projecteur 1	:	2,5	87500:	230000:	197875:	575000
	Projecteur 2	:	1,5	79150:	230000:	97800:	345000
	Partiel honoraires	---	---	---	---	955475:	2182500
	Voyages Paris-Kigali	A/R	10	p.m. sur justification			
	Voyages Paris-Kigali-Abidjan	A/R	2				
	Fonctionnement bur.	F/mois	3	7000:	100000:	21000:	300000
	Fonctionnement véhicules(2)		3 x 2	2000:	60000:	12000:	360000
	Informatique (Calcul réseau)	F		100000:		100000:	
	Dossiers	F		30000:		30000:	
	Partiel frais et débours	---	---	---	---	163000:	660000
	Total tâche 710	:	:	:	:	1118475:	2842500
720.	<u>Plan directeur en 2000</u>						
	Direction du Projet	H/M	1,5	93600:		140400:	
	Ingénieur en Chef	:	0,25	102000:	280000:	25500:	70000
	Ingénieur Senior 1	:	1	78200:		78200:	
	Coordination dessin	:	1	65160:		65160:	
	Projecteur 1	:	3	55700:		55700:	
	Projecteur 2	:	1	48500:		145500:	
	Partiel honoraires	---	---	---	---	551060:	70000
	Voyage Paris-Kigali	A/R	1	p.m. sur justification			
	Fonctionnement Bur.	F/mois	3	7000:	100000:	21000:	300000
	" véhicules (2)	F/mois	3 x 2	2000:	6000:	12000:	360000
	Dossiers	F		60000:		60000:	
	Partiel frais et débours	---	---	---	---	93000:	660000
	Total tâche 720	:	:	:	:	644060:	730000
	Total tâche 700	:	:	:	:	1762535:	3572500

	Quantité	Coût Unitaire	Produits		
Unité: France	Rwanda	FF	FRW	FF	FRW

2.3 Tâche 800 Tranche d'urgence

810. Rapport justificatif							
Supervision	F/m	0,5	-	93.600	-	46.800	-
			0,25	102.000	280.000	25.500	70.000
Direction du projet			0,75	99.500	280.000	74.625	210.000
Ingénieur en chef		1,25		78.200	-	97.750	
			0,50	87.500	230.000	43.750	115.000
Ingénieur senior 1		1,25		65.160		81.450	
			0,50	79.150	230.000	39.575	115.000
Ingénieur senior 2		0,50		56.600	-	28.300	
Projecteur 1		4		48.500	-	194.000	
<u>Partiel honoraires</u>						631.750	510.000

Voyages Paris-Kigali : A/R : 5 : P.M. sur justification

Topographie (encadrem.): F				90.000	200.000	90.000	200.000
Dossier : F				90.000		90.000	
Fonctionnement bureau : F			pour mémoire				
Fonctionnement véhicule: F			pour mémoire				
<u>Partiel frais et debours</u>						180.000	200.000

Total rapport justificatif : 811.750 : 710.000

820/830 Avant-projet détaillée:							
APD dossier d'appel							
<u>d'offres DAO</u>							
Supervision		0,50		93.600		46.800	
Ingénieur en chef		3,25		78.200		254.150	
Ingénieur senior 1		2		65.160		130.320	
			0,50	79.150	230.000	39.575	115.000
Ingénieur senior 2		2		56.600		113.200	
Coordination dessin		2		55.700		111.400	
Projecteur 1		5		48.500		242.500	
Projecteur 2		4		40.600		162.400	
<u>Partiel honoraires</u>						1.100.345	115.000

Voyages Paris-Kigali : A/R : 1 : p.m. sur justification

Fonctionnement bureau : F/m		4		7.000	100.000	28.000	400.000
Fonctionnement véhic.(2) "			(4X2)	2.000	60.000	16.000	480.000
Topographie (encadrem.): F				380.000	400.000	380.000	400.000
Dossiers : F				240.000		240.000	

Total frais et debours : 664.000 : 1.280.000

Total 820/830 : 1.764.345 : 1.305.000

Total tranche d'urgence : 2.576.095 : 2.105.000

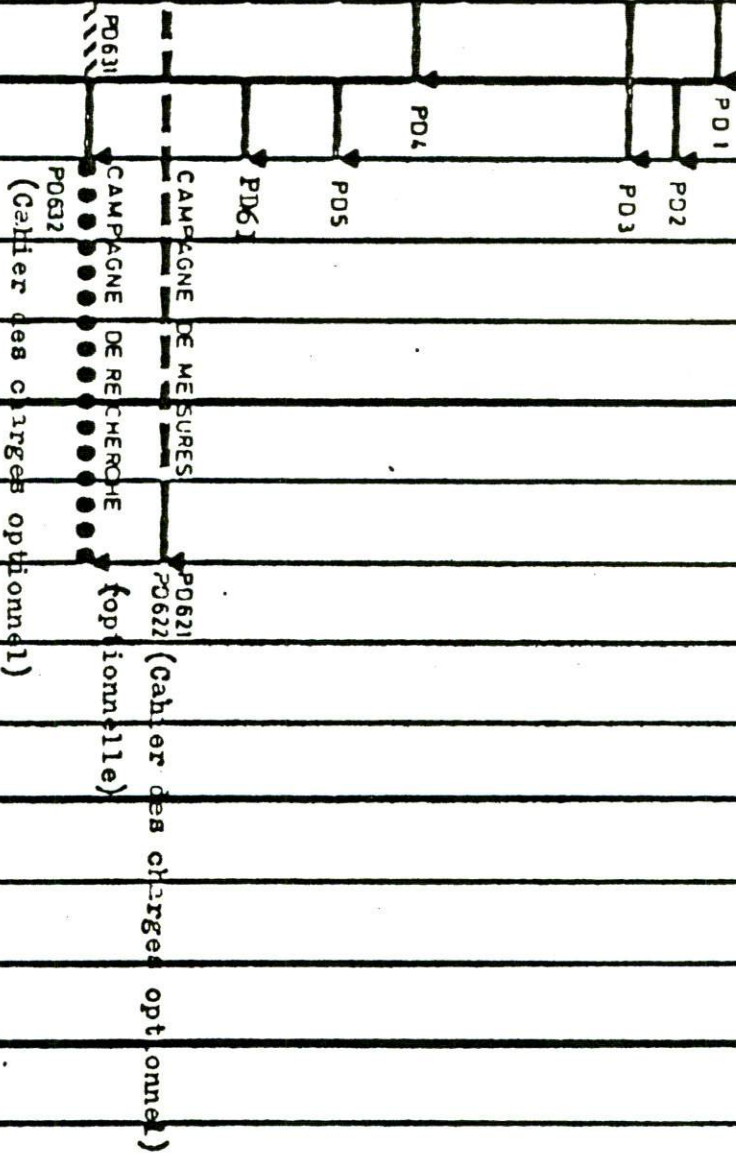
2.4 Tâche - TRANCHE MWANGE

	:Unité:Quantité		:Coûts unitaires		:Produit	
	: -	: Francs Rwan	: FF	:FRW	: FF	:FRW
<u>Factibilité</u>	:	:	:	:	:	:
<u>Supervision</u>	:	:	:	:	:	:
Ingénieur en chef	: H/M	: 0,50	: 93600:	:	: 46800:	:
	:	:	: 102000:	: 280000:	: 25500:	: 7000
Ingénieur Senior 1	: H/M	: 1,50	: 78200:	:	: 117300:	:
	:	:	:	:	:	:
Coordination dessin	: H/M	: 4,50	: 65160:	:	: 293220:	:
	:	:	: 72150:	: 230000:	: 197875:	: 5750
Projecteur 1	: H/M	: 1	: 55700:	:	: 55700:	:
Projecteur 2	: H/M	: 6	: 48500:	:	: 291000:	:
	:	:	: 40600:	:	: 81200:	:
<u>Partiel honoraires</u>	: - - -	: - - -	: - - -	: - - -	: 1108595:	: 6450
Voyages Paris Kigali	: A/R	: 4	: p.m. sur justification	:	:	:
Frais de sondage géotechnique	: F	:	: 150000:	: 100000:	: 150000:	: 1000
Informatique	: F	:	: 120000:	:	: 120000:	:
Dossiers	: F	:	: 150000:	:	: 150000:	:
Fonctionnement bureau	: F/M	: 2	: 7000:	: 100000:	: 14000:	: 2000
Fonctionnement véhicules(2)	: F/M	: 2x 2	: 2000:	: 60000:	: 8000:	: 2400
<u>Partiel frais et débours</u>	: - - -	: - - -	: - - -	: - - -	: 442000:	: 5400
Total tâche 910	:	:	:	:	: 1550595:	: 11850
Avant projet détaillé APD	:	:	:	:	:	:
<u>Dossier d'appel d'offres DA.</u>	:	:	:	:	:	:
Ingénieur en chef	: H/M	: 2	: 78200:	:	: 156400:	:
Ingénieur Senior 1	:	: 7,5	: 65160:	:	: 488700:	:
	:	:	: 79150:	: 230000:	: 197875:	: 5750
Ingénieur Senior 2	:	: 4,00	: 56600:	:	: 226400:	:
	:	:	: 65200:	: 230000:	: 97800:	: 3450
Coordination dessin	:	: 2	: 55700:	:	: 111400:	:
Projecteur 1	:	: 17	: 48500:	:	: 824500:	:
Projecteur 2	:	: 6	: 40600:	:	: 243600:	:
<u>Partiel honoraires</u>	: - - -	: - - -	: - - -	: - - -	: 2346675:	: 9200
Voyages Paris Kigali	: A/R	: 3	: p.m. sur justification	:	:	:
Fonctionnement bureau	: F/M	: 3	: 7000:	: 100000:	: 21000:	: 3000
Fonctionnement véhicules(2)	: F/M	: 3x2	: 2000:	: 60000:	: 24000:	: 3600
Topographie	: F	:	: 360000:	: 400000:	: 360000:	: 4000
Dossiers	:	:	: 460000:	:	: 460000:	:
<u>Partiel frais et débours</u>	: - - -	: - - -	: - - -	: - - -	: 865000:	: 10600
Total tâches 900/930	:	:	:	:	: 3211675:	: 1980
TOTAL 900	:	:	:	:	: 4762270:	: 31650
<u>Option :présentation dossier DA.D</u>	:	:	:	:	:	:
Si suppression d'un dossier	:	:	:	:	: 350000:	:
concours pour traitement	:	:	:	:	:	:
(supplément)	:	:	:	:	:	:

Annexe 2.

CHRONOGRAMME PREVISIONNEL DES TACHES ET DES RAPPORTS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
800	COLLECTE DES DONNEES																					
805	NORMES PRATIQUES ET CAPTEES																					
810	LEGISLATION ET REGLEMENTATION																					
820	BESOINS EN EAU POTABLE																					
830	- ANALYSE DETAILLEE DE LA DEMANDE ACTUELLE																					
840	- CHOIX DES PATIOS ET PARAMETRES																					
850	- DEMANDE EN EAU POTABLE A L'HORIZON 2000																					
860	DIAGNOSTIC SUR LE SYSTEME																					
870	ETUDES DES RESSOURCES:																					
880	- RESSOURCES ACTUELLEMENT MOBILISEES ET POSSIBILITE D'EXTENSION																					
890	- RESSOURCES SUPERFICIELLE MOBILISABLES																					
900	- RESSOURCES SCOUTERAINES																					
910	SCHEMA D'AMENAGEMENT ET PLAN DIRECTEUR																					
920	- SCHEMA D'AMENAGEMENT																					
930	- PLAN DIRECTEUR HORIZON 2000																					
940	FRANCHE D'URGENCE																					
950	- JUSTIFICATION																					
960	- ETUDES DETAILLEES																					
970	DOCUMENTS D'APPEL D'OFFRES																					
980	- FACTIBILITE																					
990	- ETUDES DETAILLEES																					



CAMPAIGNE DE MESURES
 CAMPAIGNE DE RECHERCHE
 (Cahier des charges optionnel)
 (Cahier des charges optionnel)
 (Cahier des charges optionnel)

- 100 COLLECTE DES DONNEES
- 110 RWANDA
- 111 Cadre législatif et institutionnel
- 112 Ressources en eau connues
- 113 AEP Urbaine
- 114 AEP Rurale
- 115 Assainissement Eaux Pluviales
- 116 Assainissement Eaux Usées et Déchets Solides
- 117 Situation Sanitaire
- 118 Coûts Unitaires
- 119 Synthèse: contraintes de développement du secteur
- 120 KIGALI
- 121 Situation géographique et climatologique
- 122 Données démographiques et urbaines
- 123 Activités économiques
- 124 Infrastructures actuelles AEP
- 125 Infrastructures actuelles Assainissement
- 200 NORMES PRATIQUES ET CRITERES
- 210 POTABILITE DE L'EAU
- 220 RECOMMANDATIONS TECHNIQUES
- 221 Captages
- 222 Traitement
- 223 Stockage
- 224 Distribution
- 225 Comptage
- 226 Branchements et bornes fontaines
- 227 Divers
- 230 CRITERES DE DIMENSIONNEMENT
- 231 Débits
- 232 Pressions
- 233 Exploitation
- 234 Simulation
- 240 CRITERES ECONOMIQUES
- 250 NORMES DE REFERENCE DES PRINCIPAUX EQUIPEMENTS ET MATERIELS
- 260 CRITERES DE CONCEPTION ET DE PLANTIFICATION SPECIFIQUES AU PROJET
- 300 LEGISLATION ET REGLEMENTATION
- 400 BESOINS EN EAU POTABLE
- 410 ANALYSE DETAILLEE DE LA DEMANDE ACTUELLE
- 420 CHOIX DES RATIOS ET DES PARAMETRES
- 430 DEMANDE EN EAU POTABLE EN L'AN 2000
- 500 DIAGNOSTIC SUR LE SYSTEME EXISTANT
- 510 COMPILATION ET ANALYSE DE L'ETUDE DE DIAGNOSTIC
- 520 MODELE INFORMATIQUE
- 530 MESURES COMPLEMENTAIRES
- 540 CAPACITE ET INSUFFISANCES DU SYSTEME ACTUEL
- 550 ETUDE DU SYSTEME CENTRE VILLE
- 600 ETUDE DES RESSOURCES ET DE LEUR TRAITABILITE
- 610 RESSOURCES ACTUELLEMENT MOBILISABLES ET EXTENSION
- 611 Débits
- 612 Capacité d'adduction
- 613 Caractéristiques physiques et chimiques
- 614 Coûts d'investissement et d'exploitation
- 615 Incidence sur l'environnement
- 616 Synthèse, diagnostic et propositions
- 620 RESSOURCES SUPERFICIELLES MOBILISABLES
- 621 Ressource MWANGI (cf tâche 910)
- 622 Autres ressources mobilisables
- 623 Campagne de mesures et d'analyses
- 624 Données hydrologiques et climatiques
- 625 Caractéristiques des sites de prise
- 626 Coûts d'investissement et d'exploitation
- 627 Effets sur l'environnement
- 628 Conclusions et recommandations
- 629 Cahier des charges pour les essais de captation
- 630 RESSOURCES SOUTERRAINES (optionnel)
- 631 Enquête documentaire
- 632 Analyse critique
- 633 Conclusions et recommandations
- 634 Cahier des charges pour une campagne de prospection (optionnel)
- 700 SCHEMA D'AMENAGEMENT ET PLAN DIRECTEUR
- 710 SCHEMAS D'AMENAGEMENT
- 711 Hypothèses de localisation des ressources
- 712 Hypothèses de localisation des stockages et d'organisation de la distribution
- 713 Elaboration de 3 ou 4 schémas avec phasage
- 714 Simulation sur ordinateur des schémas
- 715 Estimation des coûts
- 716 Analyse multicritère
- 717 Conclusions et recommandations
- 720 PLAN DIRECTEUR 2000
- 721 Description de la solution adoptée
- 722 Programmation des investissements
- 724 Justification économique
- 725 Justification financière et politique tarifaire
- 800 TRANCHE D'URGENCE
- 810 JUSTIFICATION DE LA TRANCHE D'URGENCE
- 811 Synthèse des tâches 4.1.5 et 6.1
- 812 Solutions proposées
- 813 Estimation des coûts
- 814 Justification économique et financière
- 820 ETUDES DETAILLEES (APD)
- 821 Etudes détaillées prise
- 822 Etudes détaillées traitement
- 823 Etudes détaillées adduction, stockage distrib.
- 830 DOCUMENTS D'APPEL D'OFFRE (DAO)
- 831 DAO prise
- 832 DAO traitement
- 833 DAO adduction stockage distribution
- 900 TRANCHE MWANGI
- 910 FACTIBILITE MWANGI
- 911 Mise à jour de la pré-étude et compléments
- 912 Campagne de mesure
- 913 Conception des ouvrages de captage
- 914 Première phase Adduction, Stockage et Distribution
- 915 Evaluation des coûts (1ère phase de 722)
- 916 Justification économique et financière (1ère phase de 723 et 724)
- 920 ETUDES DETAILLEES MWANGI (APD)
- 921 Etudes détaillées barrage et prise
- 922 Etudes traitement, prép. doss. concours
- 923 Etudes détaillées adduction stockage distribution
- 930 DOCUMENTS D'APPEL D'OFFRE (DAO)
- 931 DAO barrage et prise
- 932 Dossier concours traitement
- 933 DAO adduction stockage distribution

NB: Les tâches soulignées correspondent à la remise d'un rapport spécifique

KIGALI 2000 - ETUDES - REPARTITION DES HONORAIRES

Date	Intitulé	Montant Contract	Monnaie	Montant Encaissement	Monnaie	Remarque
5/3/85	Acpte FF/01		FF	2 266 539	FF	20 %
	Acpte FRW/01		FRW	2 699 000	FRW	20 %
24/5/85	Diagnostic H/06			192 000	FF	Supplément
	H/04			230 000	FRW	Supplément
6/06/85	Taches 100-610 FF/H/06	1 576 520	FF	1 135 166	FF	-20%/-10%
	Tache 810 FF/H/06	811 750	FF	584 460	FF	-20%/-10%
	Tache 100-610+810	3 760 000	FRW	2 707 200	FRW	-20%/-10%
	FRW/H/04/07	1 602 500	FRW	1 153 800	FRW	-20%/-10%
8/10/85	Tache 620FRW/H/05	1 395 000	FRW	1 004 400	FRW	-20%/-10%
	Taches 820/830FRW/H/06	2 842 500	FRW	2 046 600	FRW	-20%/-10%
	Tache 710 FRW/H/07	655 275	FF	471 798	FF	-20%/-10%
15/10/85	Tache 620 FF/H/08	1 764 345	FF	1 270 328	FF	-20%/-10%
	Tache 820-830 FF/H/09					
19/12/85	Tache 710 FF/H/10	1 118 475	FF	805 302	FF	-20%/-10%
	Tache 910 *0.5 FF/H/11	775 297	FF	558 214	FF	-20%/-10%
	Tache 910 FRW/H/09	1 185 000	FRW	853 200	GRW	-20%/-10%
	Tache 720 FRW/H/07	730 000	FRW	525 600	FRW	-20%/-10%
	TOTAL EXERCICE 1985	6 701 662	FF	7 283 807	FF	
		11 515 000	FRW	11 219 800	FRW	
21/3/86	Taches 920-930 F/FRW/H/13	1 980 000	FRW	1 425 600	FRW	-20%/-10%
7/8/86	Tache 910*0.5FF/H/13	775 298	FF	558 214	FF	-20%/-10%
7/8/86	Tache 720 FF/H/12	644 060	FF	763 723	FF	-20%/-10%
7/8/86	Tache 920 Topo. H/15	360 000	FF	259 200	FF	-20%/-10%
30/12/86	Tache 920-930 FF/H/16	2 851 675	FF	2 053 206	FF	-20%/-10%
	Retenue		FF	906 545	FF	8% du total
			FRW	1 079 600	FRW	8% du total
	TOTAL EXERCICE 1986	4 631 033	FF	4 240 888	FF	
		1 980 000	FRW	2 505 200	FRW	
	TOTAL AFFAIRE	11 332 695	FF	11 524 695		
		13 495 000	FRW	13 725 000		
	REVISION DE PRIX	2 706 643	FF	196 342	FF	

2.5. RECAPITULATION DES HONORAIRES

	FF	Pourcentages par rapport au coût en devises	FRW
A. <u>Tâches 100 à 600</u>			
1) Tâches 100 à 600 (sauf 620) Liées à remise des rapports PD 1,2,3,4,5 PD 61 et PD 631	1.576.520	14%	3.050.000 ✓
2) Tâche 620 (rapport 621)	655.275	5%	1.602.500 ✓
B. <u>Tâche 700 - Plan Directeur</u>			
1) Tâche 710 schémas d'aménagement liée à remise du rapport PD 71	1118475	10%	2842500 ✓
2) Tâche 720 Plan Directeur liée à remise du rapport PD 72	644060	6%	730000
C. <u>Tâche 800 Tranche d'Urgence</u>			
1) Tâche 810 rapport justificatif liée à remise du rapport TU1	811750	7%	710.000 ✓
2) Tâches 820/830 APD et DAO liées à remise des rapports TU2 et TU3	1764345	16%	1.395.000 ✓
D. <u>Tâche 900 tranche MWANGE</u>			
1) Tâche 910 factibilité liée à remise du rapport TM1	1550595	14%	1.185.000
2) Tâches 920/930 APD et DAO liées à remise des rapports TM2, TM3	3211675	28%	1980000
	<hr/> 11332695		<hr/> 13.495.000.

Al

2.6. TACHES OPTIONNELLES

Cahier des charges pour essais de captation indirecte	PD 622	100 000 FF.
Cahier des charges pour campagne de prospection hydrologique	PD 632	125 000 FF.
Suppression du dossier concours traitement et mise au point d'un APD et DAO correspondants		175 000 FF.

2
✓

4. EQUIPEMENTS

4.1. Equipement d'études utilisées sur place

Ces équipements resteront la propriété d'ELECTROGAZ, ils seront acquis hors taxe et remboursés au Consultant sur présentation de la facture du fournisseur et du transporteur, majorés de 15% pour pcines et soins.

Il s'agit de:

- l'Informatique

1 Micro-ordinateur de 250 Ko de MEM avec 2 lecteurs de disquette 5"¼ (600 Ko) et une imprimante type EPSON R x 80.

Logiciels multiplan et Wordstar(traitement de texte)'et éventuellement traitement de fichier(DBase 2)

- mesures

le matériel nécessaire aux analyses(malette d'analyse type HACH) et aux mesures de pression(manomètre enregistreur).

L'ensemble est prévu pour un montant de 115.000 FF(y compris la majoration de 15%).

4.2. Véhicules

Il est prévu un montant de 160.000 FF pour l'achat de 2 véhicules:

1 véhicule tout terrain(Site Mwange)

1 véhicule tourisme pour la ville de Kigali.

4.3. Autres équipements

Il est prévu l'achat de

1 photocopieuse

1 machine à écrire

et autres matériels divers pour un montant de 100.000 FF(soit en France, soit à Kigali selon les disponibilités). *l* *→*

