LES SURFACES POTENTIELLES POUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA GRANDE IRRIGATION DANS LA VALLÉE SUPÉRIEURE DU NIGER*

par

J. ARGOULLON

SCET ** / International

INTRODUCTION

IMPORTANCE DE L'IRRIGATION DANS LA VALLEE SUPERIEURE DU NIGER

Si l'on réserve l'appellation de VALLÉE SUPÉRIEURE DU NIGER, à la partie de la vallée de ce grand fleuve et de ses affluents qui se situe en amont de la frontière nord-ouest du Nigeria, on constate que cette vallée s'étend sur le territoire de cinq Etats africains, dont la superficie totale approche de 3.200.000 km² et dont la population atteignait, vers 1966, près de 18.000.000 d'habitants en s'accroissant à un taux supérieur à 2 % par an.

Sans doute, le bassin versant du Niger et de ses affluents en amont de la frontière nord-ouest du Nigeria ne couvre-t-il qu'une fraction de cette surface, soit 485.000 km² *** environ et sur les cinq Etats précités, on peut dire que trois seulement sont vraiment très concernés par la Vallée supérieure du Niger.

Ce sont les Républiques de Guinée, du Mali et du Niger, alors que le Dahomey et la Côte-d'Ivoire ne sont concernés que par une fraction de leur région nord.

Mais ces cinq pays présentent malgré tout, une caractéristique commune, celle d'être des contrées essentiellement rurales et pauvres, où plus de 70 % de la population vit directement de l'agriculture dont elle ne tire que de médiocres moyens de subsistance.

Les statistiques de l'année 1970 attribuent, en effet, à ces cinq pays, une production totale de céréales de 3.237.000 t, soit moins de 200 kg par tête d'habitant. En outre, cette production serait obtenue sur une surface totale supérieure à 5.000.000 d'hectares, c'est-à-dire avec un rendement moyen inférieur à 650 kg par hectare.

Compte tenu des conditions de pratique de l'agriculture par les paysans africains (exploitations familiales dotées d'un outillage rudimentaire et travaillant quelques hectares seulement), ces rendements sont susceptibles de garantir tant bien que mal et en moyenne l'alimentation de base des intéressés, mais en aucun cas de leur permettre d'atteindre un niveau de vie très différent de leur niveau actuel.

Si l'on considère le riz, dont la consommation croît rapidement dans la plus grande partie des pays d'Afrique et qui apporte à ceux qui le cultivent la ration énergétique maxima par unité de poids, il occuperait, dans l'ensemble de ces cinq pays, toujours en 1970, 747.000 ha produisant 867.000 t, soit moins de 1.200 kg par hectare.

En fait, ce chiffre moyen paraît sérieusement relevé par les rendements élevés des régions côtières ou centrales de Côte-d'Ivoire et de Guinée.

Le Niger et le Mali, pour leur part, ne produisaient toujours en 1970, que 120.000 t de cette céréale sur les 180.000 ha, soit un rendement très faible pour le riz de 0,66 t à l'hectare ; sans doute 1970 apparaît-elle comme une année spécialement défavorable pour ces deux pays, mais si l'on regarde l'évolution de la production au Mali depuis 8 à 10 ans, elle semble plafonner, donc décroître par tête d'habitant.

* Conférence présentée au Séminaire International sur les perspectives pour l'irrigation en Afrique de l'Ouest, Ibadan (Nigeria), 22-27 octobre 1972.

Voir *L'Agronomie Tropicale* n° 9, 1973, p. 846 à 924, et n° 11, 1973, p. 1079 à 1093.

** Société Centrale pour l'Equipement du Territoire.

*** Non compris 700.000 km² de bassins versants fossiles sur la rive gauche du fleuve.

Cette situation est d'autant plus anormale que nous verrons que des aménagements hydro-agricoles relativement rustiques permettraient de cultiver le riz irrigué dans les plaines maliennes et nigériennes de la Vallée supérieure du Niger avec des rendements dépassant 1,5 t à l'hectare en moyenne, de tels aménagements étant possibles sur des surfaces dépassant le million d'hectares.

En fait, la Vallée supérieure du fleuve Niger devrait être le grenier à riz de l'Afrique occidentale, alors qu'actuellement, elle parvient difficilement à assurer la nourriture de sa population.

Si le riz est cultivé dans la Vallée supérieure du Niger et de ses affluents, c'est, dans la majorité des cas, sans aucun aménagement hydro-agricole, même rustique, et par conséquent, avec des rendements très faibles et, surtout, très aléatoires.

La situation n'est pas meilleure pour le coton, le blé, le maïs, les légumes qui pourraient, dans bien des cas et au prix, il est vrai, d'aménagements hydro-agricoles plus poussés, donc plus coûteux, occuper d'importantes surfaces irriguées dans la Vallée supérieure du fleuve, et n'y jouent, en fait, qu'un rôle assez marginal, le coton notamment occupant plus souvent les terres sèches que les terres irrigables.

Sans doute, la Vallée supérieure produit-elle des mils de cultures sèches et de décrues, nourriture traditionnelle du paysan africain, et là encore, avec un rendement très faible.

L'exploitation plus ou moins extensive de vastes pâturages naturels situés dans les zones inondables du Delta et de la Vallée aval, la pêche d'une quantité importante de poissons n'apportent pas de changement fondamental à une situation caractérisée par un déséquilibre considérable entre le potentiel hydro-agricole de la Vallée supérieure du grand fleuve et de ses affluents et l'utilisation qui en est faite au profit d'une population dont les besoins restent immenses.

Nous verrons, cependant, que les gouvernements, et notamment celui du Mali, ont accompli durant la dernière décennie, des efforts méritoires pour développer les cultures irriguées dans la Vallée supérieure du Niger et de ses affluents ; des méthodes d'irrigation bien adaptées aux problèmes propres à ces pays ont été mises au point et appliquées avec succès.

Il s'agit de diverses variantes de la méthode dite de submersion contrôlée que nous décrivons en détail ci-après.

Néanmoins, même dans le cas du Mali, un effort immense reste à accomplir pour permettre la mise en valeur, même partielle, du potentiel hydro-agricole de la vallée.

Il semble que les prochaines décennies devraient être marquées par des efforts très importants d'aménagement hydro-agricole du Niger supérieur (francophone) et de ses principaux affluents.

La présente note va tenter d'en dresser un inventaire sommaire.

Elle comprend trois chapitres.

Le **premier chapitre** est consacré à une description très sommaire des conditions naturelles régnant dans la Vallée du Niger, en amont de la frontière nord-ouest du Nigeria, conditions naturelles examinées sous l'angle des aptitudes à l'irrigation. Cette description, appliquée à un très vaste territoire, puisque le Niger supérieur ainsi défini se déroule sur 2.800 km et que son bassin versant occupe 483.000 km² (non compris 700.000 km² de bassins fossiles sur sa rive gauche), nous a conduits à délimiter quatre grandes régions naturelles subdivisées chacune en différents biefs (15 biefs au total).

Le **second chapitre** donne une description des principaux types d'aménagements hydro-agricoles effectivement pratiqués dans la Vallée du grand fleuve et de ses principaux affluents. Les conditions hydrologiques et climatiques très spéciales régnant dans la région, ont amené à la conception et à la pratique de modalités d'irrigation très particulières.

Le **troisième chapitre** constitue une tentative de réponse à la question posée au séminaire d'Ibadan : « Quelles sont les surfaces potentielles disponibles pour la grande irrigation dans la Vallée du Niger ? ».

Une estimation sommaire de ces surfaces a donc été tentée dans chacun des quinze biefs, sur la base des renseignements qu'a pu rassembler l'auteur, à l'époque de la rédaction de la note.

La précision de ces estimations est très inégale, suivant le bief considéré.

C'est pourquoi la conclusion développe l'intérêt d'investigations plus poussées susceptibles de permettre une programmation générale des aménagements hydro-agricoles dans la Vallée du fleuve, programmation d'autant plus souhaitable mais d'autant plus délicate qu'elle concernerait plusieurs Etats indépendants.

Dans son travail, l'auteur de la note s'est principalement appuyé :

— pour la rédaction du chapitre I, sur les études de l'Office de la Recherche scientifique et technique Outre-mer relative au fleuve Niger et à son régime ;

— pour la rédaction du chapitre II, sur le rapport de la mission FAO-Gouvernement du Mali, « Développement de la riziculture dans le Delta central du Niger » ;

— pour le chapitre III, sur des inventaires personnels très rapides à partir des cartes au 1/200.000 de l'Institut géographique national, sur l'expérience personnelle de l'auteur et sur des études ou rapports très divers, notamment sur le rapport déjà ancien de GUILLAUME sur les aménagements hydro-agricoles de riziculture de décrue dans la Vallée du Niger (n° 1, 2, 3, 4 de la revue *L'Agronomie Tropicale* de 1960).

Nous remercions ici les auteurs de ces travaux, dont certains passages particulièrement synthétiques ont été reproduits presque intégralement dans la présente note, notamment pour le rapport FAO-Gouvernement du Mali, « Développement de la Riziculture dans le Delta central du Niger », dans les première et deuxième parties du chapitre II.

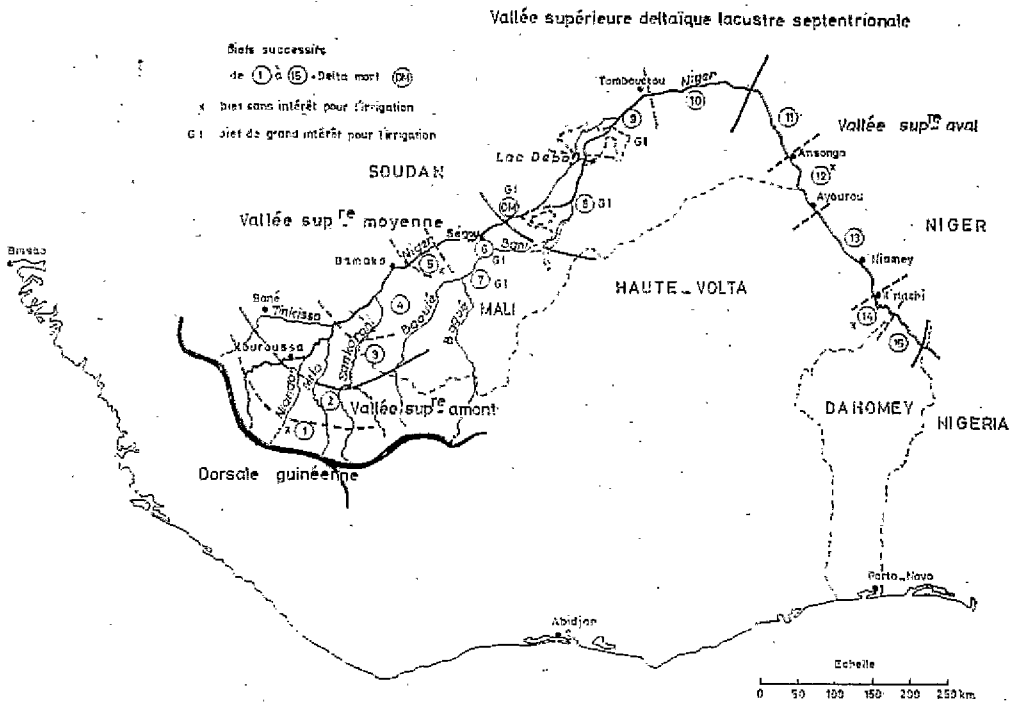

Fig. 1.

CHAPITRE I

LES GRANDES REGIONS DE LA VALLEE SUEPERIEURE DU NIGER ET LEURS CARACTERISTIQUES A L'EGARD DE L'IRRIGATION

Pour rester dans le cadre de la définition posée dans le séminaire « Prospects for irrigation in West Africa », nous appelons VALLÉE SUPÉRIEURE DU NIGER, la totalité de la vallée de ce fleuve qui s'étend à l'amont de la frontière des RÉPUBLIQUES DU NIGER et du NIGERIA.

Nous diviserons cet ensemble en quatre parties ; cette division ne coïncide pas forcément avec celles qu'ont coutume d'adopter les géographes, mais est fonction des caractéristiques de la vallée du fleuve et de ses affluents à l'égard des aménagements hydro-agricoles.

Nous avons été amenés ainsi à distinguer :

1) La **Vallée supérieure amont du Niger** et de ses affluents, entre la crête de la dorsale guinéenne et une vingtaine de kilomètres à l'amont d'une ligne approximative Bone-Kouroussa Kankan-Tiriro sur 390 km.

2) La **Vallée supérieure moyenne** depuis la ligne précédente jusqu'à l'entrée du delta, que l'on peut situer un peu à l'aval de Ségou, vers Sansanding, sur 600 km.

Nous incluons dans cette vallée supérieure moyenne, la vallée du grand affluent rive droite du Niger, le Bani, entre ses sources et la ville de San.

3) La **Vallée supérieure deltaïque-lacustre-septentrionale**, définie comme s'étendant de la ligne San-Sansanding jusqu'au défilé de Tossaye, en amont de Bourem, sur 910 km.

4) Enfin, la **Vallée supérieure aval** s'étend de ce même défilé jusqu'à la frontière nigérienne, sur 900 km.

Dans ce qui suit, nous décrirons très sommairement les diverses sections et biefs composant ces quatre parties sous l'angle de celles de leurs caractéristiques morphologiques, pédologiques, climatiques et, surtout hydrologiques, intéressant les aménagements hydro-agricoles.

I) La vallée supérieure amont

Elle comprend les vallées amont du Niger et de ses premiers affluents, à savoir, du côté ouest, le Tinkisso et, du côté sud-est, le Niandan, le Milo et Sankarani, grossi du Dion.

Le bassin versant correspondant couvre environ 70.000 km² essentiellement constitués des granito-gneiss de l'Antécambrien. Entre les altitudes extrêmes, 1.600 m et 300 m, ce bassin, soumis à un climat de type guinéen méridional (6 mois de pluie, de mai à octobre, coupés d'une brève période de ralentissement, pluviométrie entre 2.300 mm et 1.600 mm en moyenne annuelle, évaporation mesurée sur bac variant de 1.000 mm à 1.500 mm de l'amont à l'aval), est couvert d'une savane dense arborée classique de type guinéen.

Du point de vue topographique et hydrologique, il convient d'y distinguer au moins deux grands biefs :

— Un bief amont limité en général aux 100 premiers kilomètres dans lequel les pentes longitudinales des cours d'eau varient de plusieurs mètres à un demi-mètre par kilomètre, avec, par endroits, quelques sections torrentielles et des rapides. La superficie des bassins versants des divers cours d'eau de ce bief est de l'ordre de 35.000 km² au total.

Sans être encaissées, les vallées ne sont pas larges et la fluctuation des niveaux d'eau entre les berges bien marquées et verticales ne laisse pratiquement pas apparaître de surfaces inondées importantes.

— Un bief aval sur 250 à 330 km suivant l'affluent considéré, où la pente longitudinale s'abaisse autour de 15-20 cm par kilomètre (et même moins dans le cas du Tinkisso).

Les vallées s'élargissent et des plaines d'inondation font leur apparition, atteignant rapidement une largeur de l'ordre de 2 à 3 km, entre des falaises latéritiques de 15 à 20 m.

Dans ces plaines, les rivières coulent dans un lit mineur entre berges de 4 m à 8 m de haut, bordées d'un bourrelet de rives qui domine de 0,50 m à 2 m, une partie inondable.

La crue commence dès le mois de juin et se prolonge jusque vers le début d'octobre, date où la montée des eaux par rapport à l'étiage variable suivant l'endroit, la vallée et l'année, atteint couramment plusieurs mètres ; la décrue se poursuit jusqu'en décembre.

A Kouroussa, où son bassin versant propre atteint 18.000 km², le Niger, avant son confluent avec le Niandan, porte un débit qui varie de quelques mètres cubes/seconde à l'étiage à 1.700 m³/s en crue (module moyen de 250 m³ par seconde).

Les quatre affluents précités ayant des caractéristiques du même ordre, on voit l'importance des surfaces inondables dans les biefs aval de cette partie supérieure amont.

II) La vallée supérieure moyenne

A partir de la ligne idéale, limite de la Vallée supérieure amont (à une vingtaine de kilomètres à l'amont de Bone Kouroussa-Kankan-Tiriro, la Vallée supérieure du Niger quitte les derniers contreforts du Fouta-Djalon, et le socle granito-gneissique antécambrien, et jusqu'à Ké-Macina à l'aval de Segou sur 700 km environ, elle traverse des régions beaucoup plus plates de climat guinéen septentrional, puis soudanien ; le total des précipitations annuelles devient nettement inférieur au total des évaporations annuelles sur bac et cette différence va en croissant vers l'aval.

Dans toute cette partie de la Vallée supérieure, les limites de la vallée alluviale et du lit mineur restent nettement individualisées.

Nous avons découpé cette partie en quatre biefs, non compris le bief spécial constitué par la vallée presque parallèle du Bani à 200 km à l'est.

A) Bief amont Kouroussa-Siguiri

De l'amont de Kouroussa à Siguiri, à 160 km environ, le Niger traverse la zone des schistes et quartzites du birrimien, tout comme les trois affluents qu'il reçoit successivement, à savoir, le Niandan, le Milo et le Tinkisso.

Le climat est du type guinéen septentrional, le fleuve recoupe presque perpendiculairement les isohyètes entre 1.600 et 1.400 mm.

La végétation correspond à l'étage des savanes boisées claires ou forêts-savanes xérophites.

La pente moyenne longitudinale du fleuve se situe entre 10 et 20 cm par kilomètre, la largeur de la vallée se maintenant dans l'ensemble autour de 2 à 3 km avec des caractéristiques hydrologiques un peu analogues à celles du bief aval de la Vallée supérieure amont.

Toutefois, le lit mineur est bien marqué et les zones inondables relativement restreintes.

B) Premier bief central Siguiri-Sotuba

Sur les 200 km de ce bief, le Niger ne reçoit qu'un seul grand affluent, il est vrai très important, le Sankarani, dont la vallée présente des caractéristiques voisines de la sienne, de sorte qu'elle se rattache à ce premier bief central.

La vallée se poursuit dans les schistes du Birrimien, puis à nouveau dans le granito-gneiss.

Le climat passe au type soudanien humide (1.400 mm à 1.100 mm de juillet à octobre, alors que l'évaporation mesurée sur bac approche de 2.000 mm).

La pente longitudinale diminue encore et ne dépasse pas 10 cm au kilomètre.

Par rapport au bief précédent, la vallée s'élargit très notablement, atteignant par endroits 8 à 10 km, cependant que les zones inondables prennent une importance considérable, leur largeur approchant parfois de 3 km, notamment là où l'arrivée des marigots-affluents contribue à l'élargir notablement comme à Ban Koumana à l'amont de Bamako.

De nombreux bras morts et des brèches dans les bourrelets qui bordent le lit mineur facilitent fréquemment cette submersion d'importantes surfaces, submersion accrue localement par l'arrivée des eaux de marigots affluant peu après les principales pluies ; les crues atteignent couramment 7 m à 8 m de hauteur par rapport au niveau d'étiage.

C) Second bief central de Sotuba à Kenienkou

A l'aval de Bamako, le Niger traverse la série des grès durs de Sotuba par deux ensembles de rapides totalisant 20 m environ de dénivelée, puis sa vallée se rétrécit et s'encaisse sur environ 70 km jusqu'à Kenienkou, ne laissant que peu de place aux zones d'inondation et même aux zones alluviales

Le climat passe au soudanien sec, la pluviométrie continuant à décroître assez rapidement (de 1.100 mm à 800 mm sur une période de l'ordre de quatre mois à peine). Du fait de la faible importance des surfaces alluviales ou inondables, ce bief présente un intérêt minime pour les aménagements hydro-agricoles.

D) Bief aval de Kenienkou a Sansanding

Sur les 170 km de ce bief, la pente longitudinale du fleuve tombe nettement au-dessous de 10 cm par kilomètre, cependant que la vallée s'élargit considérablement, atteignant à nouveau 8 à 10 km et même plus par endroits ; la zone inondable s'étend parallèlement, occupant jusqu'à 3 et 4 km de large, notamment sur la rive gauche.

Si le lit mineur principal reste bien individualisé, des méandres et bras morts apparaissent ; les berges du lit mineur sont relativement basses et argileuses, annonçant le delta.

La crue a subi un net aplatissement et son amplitude annuelle à Ségou varie de 2,30 m à 5,86 m, alors qu'elle atteignait 7 m à Kouroussa au début du premier bief de cette même vallée moyenne.

Par contre, le débit a considérablement augmenté et en cette même station de Ségou, où le bassin versant couvre 125.000 km², il se situe entre 50 et 3.200 m³ par seconde.

Finalement, il est facile de voir que l'importance des zones alluviales et des zones inondables jointes à l'aplatissement de la crue offrent aux aménagements hydro-agricoles des perspectives particulièrement favorables dans ce dernier bief.

E) La Vallée de Bani, des sources a San

Le Bani est formé par la réunion du Baoulé et du Bagoe, rivières qui prennent toutes deux leur source dans le nord de la Côte-d'Ivoire, peu à l'amont des villes d'Odienne et de Boun Diali, à des altitudes de 450 m et de 600 m respectivement.

Les pentes en long de ces deux rivières ne sont importantes que sur les premiers kilomètres (surtout pour le Bagoé) ; elles tombent assez vite à des valeurs proches de 20 cm par kilomètre sur le Baoulé et de 15 cm par kilomètre sur le Bagoé. En conséquence, dans les vallées dont la largeur atteint par endroits plusieurs kilomètres, les lits mineurs décrivent de nombreux méandres.

La confluence des deux rivières, après des parcours respectifs de 850 km et de 700 km effectués grosso modo nord-sud sur les granito-gneissiques antécambriens, puis, par endroits, sur les schistes et micaschistes du Birrimien, enfin, dans la zone des grès horizontaux, donne naissance au Bani, dont le cours s'infléchit vers l'est.

La pente longitudinale du Bani diminue rapidement et tombe à moins de 10 cm par kilomètre, cependant que sa vallée devient de plus en plus large (10 km environ au droit de Douna à 120 km du confluent).

Le lit mineur, bordé de bourrelets, décrit des sinuosités nombreuses.

Le climat de ce vaste ensemble (130.000 km² de bassin versant) passe du guinéen septentrional au soudanien sec (1.600 mm à 800 mm de pluie) et le régime hydrologique, dans ces conditions, présente certaines ressemblances avec celui du quatrième bief de la Vallée supérieure moyenne du Niger (Kenienkou-Sansanding).

A Daouna, par exemple, la crue commence en juillet, atteignant son maximum vers le début octobre et la décrue se prolonge jusqu'en décembre.

Le débit varie entre 10 m³ et 3.500 m³/s (module moyen de l'ordre de 800 m³/s).

Dans ces conditions, cet ensemble présente sur 950 km de long, d'immenses superficies inondables plusieurs mois de l'année sous d'importantes hauteurs d'eau (l'amplitude de crue à Douna est de l'ordre de 9 m).

A partir de Douna, l'élargissement considérable de la vallée annonce le delta et l'amplitude de la crue tend à se réduire jusque vers San, où le Bani rejoint le delta vif.

III) La vallée supérieure deltaïque-lacustre et septentrionale

A partir de San et de Sansanding, le Bani et le Niger débouchent dans une immense étendue plate où les conditions hydrologiques se modifient rapidement.

C'est le début de la troisième grande partie de la Vallée supérieure, région où l'on peut distinguer :

1) **Le delta mort**, au nord de Sansanding.

2) **Le delta vif**, depuis la ligne Sansanding-San jusqu'à la ligne aval du lac Débo = aval du lac de Koriantzi.

3) **La zone de défluence et lacustre**, depuis la ligne précédente jusqu'un peu à l'aval de Tombouctou.

4) Enfin, **la Vallée septentrionale est-ouest**, de l'aval de Tombouctou au défilé de Tossaye.

A) Le Delta mort

Le Niger supérieur aboutissait autrefois, à la hauteur de Ségou, dans une grande cuvette, où il créa un vaste delta.

Un grand cône de déjections commençait à l'emplacement actuel de Markala, d'où partaient de nombreux affluents en forme d'éventail très ouvert jusque vers la dépression du lac Débo.

La partie occidentale de ce delta, alimentée par les bras de l'ouest, appelés aujourd'hui Fala de Molodo et Boky Wéré, s'est progressivement asséchée ; elle constitue ce que l'on appelle le Delta mort ou Delta fossile.

Ce dessèchement est relativement récent.

L'exondation du Delta mort résulte de la vidange progressive de la zone lacustre vers le Niger oriental au-dessus du seuil de Tossaye à la période ouljienne, conjugée avec un envahissement dunaire à la période sèche préflandrienne ; par contre, l'obturation définitive des points de défluence du Niger vers le nord-est par des dépôts alluviaux et éoliens ne date probablement que de quelques siècles ; les régions de Kala, de Kouroumari et de Méma, autrefois peuplées et cultivées, sont devenues progressivement désertes.

Mais les deux millions d'hectares de terres autrefois desservies par les bras orientaux du Niger présentent certaines caractéristiques topographiques favorables à l'irrigation. Il existe en effet un pendage général du terrain en direction du nord-est et les défluents, encore bien dessinés, présentent un profil en travers convexe qui domine les terres voisines, cependant que les thalwegs intercalés entre les bras en direction du lac Débo et la dépression de Hodt peuvent servir d'axes de drainage.

D'autre part, le cordon des dunes et des alluvions qui isolent le Niger du Fala de Molodo et de la rivière de Boky Wéré, peut être percé sans terrassements excessifs et les eaux du fleuve pauvent à nouveau le traverser moyennant un relèvement de quelques mètres en saison des pluies.

D'autres circonstances, par contre, sont nettement moins favorables à l'irrigation :

— la moyenne annuelle des précipitations se situe entre 700 mm et 500 mm (de juin à septembre), alors que l'évapotranspiration mesurée sur lac est de 2.000 mm ;

— les sols alluvionnaires anciens sont hétérogènes ; beaucoup sont pauvres en éléments minéraux, en azote et en matière organique et, surtout, dotés d'un microrelief tourmenté et d'une mauvaise structure, évoluant suivant qu'ils sont irrigués ou non, de la boue fluide à la brique compacte ;

— une végétation hétérogène, mais serrée, couvre d'ailleurs cet ensemble.

Finalement, les arguments pour et contre l'irrigation pourraient être mis en balance et seule une expérience sur une large échelle et une longue période pourrait trancher la question.

Notons cependant ici les fortes variations du débit du Niger avant son entrée dans le delta, alors que la disposition topographique des lieux ne permet de prélèvements gravitaires importants vers le Delta mort que pour des débits supérieurs à 400 m³/s environ :

— 15 janvier à 15 juin : moyenne mensuelle des débits inférieure à 400 m³/s (étiage : 50 m³/s) ;

— 15 juin à 15 janvier : moyenne mensuelle des débits supérieure à 400 m³/s (atteignant 6.000 m³/s).

B) Le Delta vif

Le Niger, à l'aval du barrage de Sansanding et le Bani, à l'aval de San, entrent dans une vaste plaine qui s'étend vers le nord jusqu'à la ligne lac Débo-lac de Koriantze, sur près de 260 km de long et plus de 100 km de large, avec une pente de l'ordre de 2 cm par kilomètre.

C'est le **Delta vif**, dont l'altitude varie de 269 m à 264 m environ, presque entièrement recouvert du début août au début de novembre par les 70 milliards de mètres cubes d'eau qu'y déversent les deux grands fleuves.

Seuls les Toguéré, levées de terrains où sont installés les villages et quelques cultures, émergent au début d'octobre (époque habituelle de la pointe de crue) de cette immense étendue d'eau.

L'amplitude de la crue est de l'ordre de 3,50 m, avec des variations non négligeables d'une année sur l'autre, variations moins fortes, toutefois, que dans la vallée moyenne, du fait de l'aplatissement des crues sur cette grande étendue.

A la hauteur de Diafarabé, le Niger se divise en deux grands bras mineurs, dont le Diaka, le moins important, se maintient à l'ouest en conservant le tiers du débit total en moyenne.

Le Bani, bien avant que son lit mineur regagne le lit mineur principal du Niger à la hauteur de Mopti, est en connection avec ce dernier par de très nombreux bras secondaires dans la plaine amont du delta dite Mésopotamie nigérienne, qui s'étend de Djenné à Ké-Macina.

La topographie transversale du Delta vif est une succession de lits mineurs (les Mayos), bordés de bourrelets assez peu marqués, alternant avec des thalwegs situés plusieurs mètres au-dessous.

L'évaporation considérable qui se produit sur une telle surface (2,50 m) (et qui se poursuit dans la zone lacustre) contribue à réduire considérablement le débit du Niger, qui ne reçoit pas d'affluent vraiment important dans cette zone de climat sahélien.

Les sols inondés sont des alluvions hydromorphes spécialement favorables à la culture du riz sur 20.000 km² environ.

C) La zone lacustre

Depuis l'aval du lac Débo jusqu'un peu à l'aval de Tombouctou, sur 400 km (en ligne droite), s'étend un troisième grand bief à caractère très particulier.

Toute cette région est un vaste bassin plaqué de dunes fixées* orientées est-ouest de 5 m à 20 m de hauteur et s'opposant à la pénétration vers le nord, des eaux du fleuve ; les dunes sont, en fait, traversées en chicane par les bras principaux du Niger (le Bara-Issa et l'Issaber) et par les petits bras, parfois appelés « mayos ».

Malgré certaines grosses passes et diverses infiltrations nord-sud, le réseau hydrographique est donc, dans l'ensemble, directionnel dans le sens est-ouest.

Les zones émergées sont, à l'époque de la crue, beaucoup plus nombreuses et étendues que dans le delta vif ; elles sont occupées par des villages et une population plus importante qui vit difficilement d'élevage et de cultures de décrues assez aléatoires, le rendement des cultures sèches étant forcément faible et très variable sous la pluviométrie locale (la moyenne du total annuel des précipitations varie entre 500 mm et 200 mm de l'amont à l'aval du bief pour une évapotranspiration mesurée sur bac de l'ordre de 2.500 mm).

Dans ce bief, le Niger se comporte comme une sorte de canal surélevé alimentant :

— d'une part, une sorte de **très vaste lit majeur** très plat (pente longitudinale de l'ordre du centimètre par kilomètre) atteignant 80 km à 100 km de largeur géographique, coupé de dunes et de points hauts ;

— d'autre part, **deux grands systèmes de lacs défluents, celui de la rive droite et celui de la rive gauche**, situés à des niveaux nettement inférieurs à celui du lit majeur et alimentés de façon plus ou moins abondante suivant l'importance de la crue du fleuve.

Le fonctionnement de ce système hydraulique est assez bien connu dans ses grandes lignes, s'il est loin de l'être encore dans le détail.

* Le premier de ces chaînons dunaires se situe à l'aval immédiat des deux lacs Débo et Koriantzé il gêne l'écoulement des eaux du delta vif vers le nord et contribue ainsi à maintenir en eau la zone aval, d'où la formation des deux lacs.

En simplifiant, on peut dire que le régime hydraulique des bas-fonds et des lacs diffère suivant leur éloignement et leur situation altimétrique par rapport au fleuve.

— **Les marigots et les lacs peu éloignés du fleuve ont un régime proche de celui du lit majeur** proprement dit, mais avec un léger retard.

Les plus hautes eaux se situent normalement en janvier au lieu de décembre et les plus basses eaux en août au lieu de juin.

La présence de seuils surélevés sur les émissaires de ces lacs retarde l'alimentation et elle arrête la vidange à partir d'une certaine cote, au-dessous de laquelle le niveau d'eau baisse lentement par infiltration et évaporation, malgré l'appoint éventuel des précipitations d'hivernage.

— *Les **lacs éloignés** ont un régime nettement* différent de celui du lit majeur du fleuve.

Ils se remplissent en hautes eaux mais ne restituent pas, lors de la décrue, du fait de la présence de seuils, coupant rapidement toute communication avec le fleuve. La vidange s'effectue alors par évaporation et infiltration, jusqu'à la crue suivante. Le décalage avec les eaux du fleuve est considérable (sur le lac Faguibine, plus hautes eaux en mars et plus basses eaux vers décembre). Mais il est important de noter qu'à cette oscillation annuelle se superpose une oscillation cyclique, allant du remplissage à l'assèchement total. Au cours d'une succession de crues fortes, les apports de chaque crue dépassent les pertes de la crue précédente, de sorte que le niveau d'eau moyen annuel monte progressivement. Une succession de crues faibles produit l'effet inverse.

A la limite, des lacs très éloignés, comme les lacs *Haribongo et Kabongo, sur la rive droite*, sont rigoureusement à sec pendant des périodes de quinze à trente ans et plus ou moins pleins pendant des périodes de huit à dix ans et la dépression des Dounas sur la rive gauche n'est en eau *qu'une ou deux fois* **par siècle.**

Sans entrer dans les détails, mentionnons que **sur la rive droite**, quatre axes principaux de déversement alimentent dix lacs principaux, dont la surface inondée dépasse 1.000 km² et la capacité à plein bord approche de 4 milliards de mètres cubes.

Sur la **rive gauche**, quatre axes principaux de déversement alimentent huit lacs principaux, dont la surface inondée est de l'ordre de 900 km² et la capacité à plein bord approche de trois milliards cinq cents millions de mètres cubes. Le système du lac Horo et celui des lacs Télé et Faguibiné ont fait l'objet d'études spécialement poussées quant à la régularisation de la crue.

Les sols du lit majeur sont, pour une bonne part, des sols hydromorphes convenant bien à la culture du riz ; les lacs ont un profil en forme de cuvette (fond plat remontant en pente douce vers une bordure relevée), profil suivant lequel on trouve des sols très variables, leur texture devenant, dans l'ensemble, d'autant plus grossière que l'on remonte la pente.

Ces derniers sols sont souvent assez riches, et *bénéficient en eaux moyennes ou basses*, d'une sorte d'irrigation souterraine à partir des eaux du fond de la cuvette, grâce à la présence d'une frange capillaire pouvant atteindre un mètre de dénivellation.

Cette bande suit le déplacement du plan d'eau, et sa largeur varie avec la nature des terres découvertes et avec la pente : très étendue lorsque les terres argileuses et limoneuses sont exondées, *elle devient plus étroite à mesure que le* plan d'eau s'élève et approche des terres siliceuses périphériques, où la nappe phréatique plonge et la frange capillaire disparaît.

Sur ces bordures, les cultivateurs pratiquent diverses cultures de décrue, allant du riz vers le fond de la cuvette, au maïs, soja, patates, blé, coton et petit mil en allant vers les bordures ; lorsque les conditions hydrauliques de l'année sont bonnes, ces cultures peuvent atteindre des rendements très convenables.

Evidemment, les variations cycliques de niveau d'eau mentionnées précédemment, influent fortement sur l'étendue des surfaces effectivement cultivables en décrue et au lac Faguibiné, par exemple, la surface cultivable varie de 22.500 ha lorsque les plus hautes eaux atteignent la cote 265,50 à 2.000 ha à peine lorsqu'elles atteignent la cote 262,00.

A l'inverse, l'assèchement *total des daounas* ou du lac Haribongo sur de longues périodes, y supprime pratiquement toutes possibilités de culture de décrues durant ces mêmes périodes.

On voit ce qu'ont d'aléatoires les conditions de vie des populations concernées.

D'où, finalement, l'idée sur laquelle nous reviendrons, de stabiliser par des ouvrages le niveau d'eau maximum autour de la cote qui permet une extension maxima des cultures de **décrue.**

D) La vallée septentrionale est-ouest

A l'est de Tombouctou, le fleuve change de direction et s'engage sur environ 250 km dans un long sillon dunaire d'axe rectiligne.

Il y divague régulièrement d'un bord à l'autre sur une largeur de 5 km à 8 km ; au-delà commencent les dunes.

Le lit mineur est assez profondément encaissé entre les berges, la pente longitudinale augmente à nouveau et atteint 2 cm par kilomètre ; le débit amputé des évaporations et infiltrations du delta vif et du bief lacustre a considérablement diminué.

Sous l'influence de ces trois facteurs, les zones d'épandage des eaux disparaissent, sauf en quelques points localisés et une population très clairsemée survit difficilement en s'adonnant à l'élevage, à *quelques cultures de berge ou de fond du* lit mineur ou en semant du petit mil en sec. En cas de faible crue, coïncidant souvent avec un hivernage particulièrement sec, cette population est littéralement réduite à la famine.

Les précipitations annuelles moyennes sont, en effet, de l'ordre de 150 mm sur deux mois, pour une évapotranspiration potentielle moyenne annuelle de l'ordre de 2.500 mm.

Vers l'aval de ce bief, le fleuve se rapproche du socle précambrien du Gourma en s'infléchissant vers le sud ; il entame lentement le sol par érosion régressive ; brusquement, en amont de Tossaye, il s'engouffre dans une faille large de 200 m à 300 m et de 12 m à 15 m de hauteur et dans laquelle son niveau s'abaisse de près de 20 cm sur 2.400 m.

A l'aval de Tossaye commence la Vallée supérieure aval.

IV) La vallée supérieure aval

Alors que dans les parties amont, moyenne et deltaïque de la vallée supérieure du Niger, le total des précipitations moyennes annuelles et l'évapotranspiration potentielle allaient respectivement en diminuant et en augmentant de l'amont vers l'aval, et que le système des affluents, abondant et bien fourni au départ devenait pratiquement inexistant à l'aval, c'est l'évolution inverse qui se constate dans la partie aval de la vallée supérieure.

Le débit du fleuve, qui était allé en croissant de l'amont à l'aval des sources du Niger jusqu'à l'entrée du delta vif, avait ensuite diminué considérablement jusqu'à Tossaye.

Dans la vallée supérieure, le débit sensiblement constant de Tossaye vers Ansongo, recommence à croître de ce point à la frontière du Nigeria.

Ces circonstances influent de façon appréciable sur le régime hydrologique et sur les aptitudes à l'irrigation de la vallée supérieure du fleuve, dont nous avons divisé les 900 km en cinq biefs principaux, deux biefs encaissés et trois biefs de vallée large, à savoir :

— **un bief amont**, des rapides de Tossaye à Ansongo, sur 210 km ;

— **trois biefs centraux**, à savoir :

- Ansongo-Ayorou, sur 150 km environ (rapide),
- Ayorou-Kirtachi par Niamey, sur 310 km environ,
- Kirtachi-Bouma, sur 100 km environ (vallée encaissée) ;

— **un bief aval**, de Bouma à la frontière du Nigeria, sur 130 km.

1) **De l'aval de Tossaye à Ansongo**, sur 210 km environ, par Gao, la vallée s'élargit notablement et le lit majeur atteint une largeur moyenne de 4 km.

Plus forte que dans le delta, la pente longitudinale reste faible (4 cm par kilomètre), de sorte que, malgré la faiblesse du débit, la crue, débutant vers mi-octobre et se poursuivant jusqu'à la mi-janvier, des surfaces importantes sont inondées sous environ 3 m d'eau (700 km² inondés dans le lit majeur seul, à l'exception du lit mineur).

La pluviométrie annuelle se situe entre 200 mm et 400 mm comparée aux 2.500 mm d'évapotranspiration.

Quelques cultures de crue apportent des ressources à une population encore clairsemée.

2) **D'Ansongo à Ayorou**, sur 150 km environ, la pente moyenne passe de 15 cm par kilomètre et le fleuve franchit des barres rocheuses par une succession de rapides (Fafa, Labezanga et Ayourou).

La vallée se rétrécit, la largeur du lit majeur restant inférieure à 2 km, les surfaces inondées diminuent considérablement. La pluviométrie y est de l'ordre de 400/500 mm.

3) **D'Ayourou à Kirtachi, par Niamey**, sur 310 km, la pente du Niger se situe autour de 12 cm à 15 cm et la vallée s'élargit dans les granites du Liptako et les alluvions qui s'intercalent dans les formations du Continental terminal, surtout à l'aval de Niamey, où ils dépassent couramment plusieurs kilomètres.

La pluviométrie passe de 500 mm à 700 mm de l'amont à l'aval et l'évapotranspiration diminue (1.800 mm environ).

Des affluents dotés d'un débit effectif en saison des pluies rejoignent la rive gauche du fleuve (mais les affluents fossiles de rive gauche provenant du Sahara n'apportent pratiquement pas d'eau).

De ce fait, une crue locale due à ces affluents apparaît du 20 août au 20 septembre et précède la crue en provenance du bassin amont qui prend place de fin janvier au 15 mars.

Des cultures de décrue désaisonnées font leur apparition dans les plaines dont certaines ont fait l'objet d'aménagements hydro-agricoles.

4) **De Kirtachi à Bouma**, sur une centaine de kilomètres, la vallée traverse les grès supérieurs voltaïens entre des falaises élevées.

La pente n'est pas très forte, mais la vallée est très encaissée.

Les accidents géologiques lui imposent plusieurs changements de parcours (zone dite du *W*) ; les zones inondables et les cultures correspondantes ne couvrent à nouveau que de très faibles surfaces (pluviométrie : 700 à 800 mm).

5) **De Bouma à la frontière du Nigeria**, sur 130 km environ, le fleuve forme frontière entre les Républiques du Niger et du Dahomey ; il s'enfonce dans les terrains sédimentaires.

La pente diminue encore (7 à 8 cm par kilomètre).

La largeur moyenne de la vallée atteint 4 km et les zones d'inondation redeviennent à nouveau importantes (près de 400 km² pour le seul lit majeur). Une population relativement dense habite les rives. Des affluents apportent une grande partie de l'année, des débits tout à fait appréciables, la pluviométrie se situant entre 800 mm et 1.000 mm de l'amont à l'aval de ce bief.

Du fait de ces affluents, la première crue de septembre à octobre est aussi importante que la seconde, de février à mars.

La climatologie locale permet la culture du riz désaisonné d'octobre/novembre à mai, pouvant d'ailleurs aller de pair avec les cultures d'hivernage.

Des aménagements hydro-agricoles ont été entrepris sur les deux rives.

CHAPITRE II

DESCRIPTION SOMMAIRE DES PRINCIPAUX TYPES D'AMENAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES DE LA VALLEE SUPERIEURE DU NIGER

Les caractéristiques pédologiques et surtout hydrologiques spéciales régnant dans les diverses régions naturelles de la Vallée supérieure du Niger, ont conduit à la pratique d'aménagements hydro-agricoles très spécifiques.

Bien que leur conception, et surtout leurs modalités de mise en œuvre, varient d'une région naturelle à l'autre, on peut les regrouper en trois catégories, suivant le degré de maîtrise de l'eau qu'ils apportent à leurs bénéficiaires, à savoir :

— les aménagements basés sur la submersion naturelle parfois améliorée ;

— les aménagements basés sur la submersion contrôlée ;

— les aménagements comportant une maîtrise totale de l'eau.

Nous allons les décrire successivement en notant que les deux premiers types d'aménagements concernent essentiellement la riziculture, alors que le troisième type permet une gamme de cultures beaucoup plus large, au moins potentiellement.

I) La riziculture de submersion naturelle et ses améliorations

Cette technique de culture en régime de crue libre, est appliquée actuellement sur des superficies importantes dans le Delta central. Elle consiste essentiellement à défricher les parcelles que l'on va cultiver pour éliminer la concurrence faite au riz par les graminées aquatiques, désherber (peu) et à attendre la récolte. Il s'agit donc d'une forme de culture rudimentaire et extensive, pour laquelle les aléas sont nombreux et le résultat incertain : les rendements obtenus sont rarement supérieurs à 1 t par hectare, en année favorable et se situent généralement vers les 600 kg/ha à 700 kg/ha en moyenne.

Les aléas concernent :

les facteurs climatiques : régime des pluies, notamment au début de la culture ;

les aléas hydrologiques, l'inondation, prenant le relais des pluies ;

enfin, surtout dans le Delta central et durant les inondations, les attaques de poissons rizophages.

A) Aléas climatiques

Les travaux de labour débutent généralement avec les premières pluies, le sol rendu humide étant plus facile à travailler, surtout dans le Delta central où les sols, très argileux, sont très durs en saison sèche. Dans le cas où le riziculteur prévoyant aura effectué un labour de déchaumage en fin de campagne précédente, il faudra cependant reprendre la rizière pour un labour léger, surtout dans le but d'éliminer les herbes et adventices. Puis intervient le semis, toujours fait à la volée, et le riz lève et se développe avec la saison des pluies, qui s'établit à partir de juillet.

Malheureusement, il se trouve souvent que la saison des pluies débute favorablement et précocement, mais que des périodes plus sèches s'installent avant la pleine saison pluvieuse : le riz en souffre alors énormément et il n'y a évidemment pas grand chose à faire si l'on a semé trop tôt. Ceci explique d'ailleurs pourquoi, actuellement, les paysans du Delta restent attachés aux riz *glaberrima*, rustiques et plus résistants à la sècheresse aux premiers stades de la végétation, que les variétés *sativa*.

B) Aléas hydrologiques

La crue peut arriver trop tôt, ou trop tard sur la parcelle cultivée, suivant sa position. Le rythme de montée de l'eau peut être excessif, obligeant le riz à s'allonger à une vitesse exagérée et, par là, préjudiciable au rendement. La hauteur totale d'eau peut être trop importante pour le riz, si la crue est forte ou si la parcelle est située trop bas. Enfin, la décrue précoce gêne les dernières phases du cycle végétatif du riz, alors que la décrue tardive complique les opérations de la récolte.

A toutes ces difficultés, le paysan ne trouve qu'une seule parade : situer sa parcelle au mieux, de manière à essayer de concilier des impératifs contradictoires. Mais toutes ses prévisions sont souvent facilement déjouées par une séquence de crues différentes de celles qu'il a observées minutieusement, ce qui l'oblige à changer l'emplacement de sa rizière en cas de modification sensible du régime hydrologique. Tout ceci implique donc une culture itinérante, avec les difficultés et les freins à une meilleure mise en valeur que cela entraîne inexorablement.

L'effort de réflexion que fait le paysan pour essayer de pallier ces difficultés l'amène souvent à construire des digues rudimentaires, servant, suivant le cas, à éviter les mises en eau trop précoces pour les zones basses, ou à retenir l'eau en cas de décrue précoce. Evidemment, les moyens qu'il met en œuvre ne lui permettent que des réalisations precaires, souvent mises à mal par les eaux. Notons que ces modestes travaux représentent une évolution interessante vers un contrôle élémentaire de la submersion.

C) Les poissons rizophages

Diverses espèces de poissons phytophages très courants s'attaquent au riz dans le Delta central, surtout dans la phase végétative où celui-ci s'allonge dans la crue montante, les chaumes étant alors particulièrement tendres et succulents. Les attaques se traduisent par la destruction partielle ou totale des zones cultivées, les poissons coupant les chaumes sous la surface de l'eau : il n'est pas rare de voir des superficies de l'ordre de l'hectare totalement détruites par les poissons dans le Delta central.

La meilleure manière que les agriculteurs ont trouvée pour se protéger des attaques des poissons est d'élever une ceinture de diguettes dans laquelle sont ménagées des ouvertures munies de véritables filtres faites de branchages : les poissons sont ainsi empêchés d'entrer dans la rizière, du moins tant que la digue n'est pas submergée ; mais à ce moment, le riz a déjà pris un développement généralement suffisant pour le rendre beaucoup moins vulnérable aux attaques des poissons ; il est à noter que les différentes espèces de riz sont plus ou moins susceptibles aux attaques des poissons.

II) Les aménagements hydro-agricoles par submersion contrôlée

Ce type d'aménagement procède d'une réflexion sur les inconvenients et les aleas de la culture traditionnelle en crue libre et représente un développement des modestes travaux que les paysans ont, d'eux-mêmes, mis en œuvre en divers endroits pour améliorer le système de la submersion naturelle.

Ils sont utilisés sur une échelle particulièrement importante dans la Vallée superieure moyenne et deltaïque du fleuve.

A) Principe de l'aménagement rizicole de submersion contrôlée

Il consiste à isoler le ou les casiers que l'on veut cultiver dans le lit majeur d'un fleuve ou dans la zone inondable du Delta par une ceinture de digues insubmersibles. Ce système de digues s'appuiera généralement sur le bourrelet de berge, quand il existe, et sur toutes les zones hautes disponibles, pour des raisons evidentes d'economie et de sécurité. L'eau est introduite à l'intérieur de cette ceinture par un ou plusieurs ouvrages, éventuellement par l'intermédiaire d'un canal d'alimentation ; d'autres ouvrages sont également prévus pour vider les casiers de leur eau en fin de campagne. Souvent, les mêmes ouvrages et canaux servent successivement au remplissage et a la vidange : dans ce cas, les canaux sont exécutés avec un fond horizontal (fig. 2 et 3).

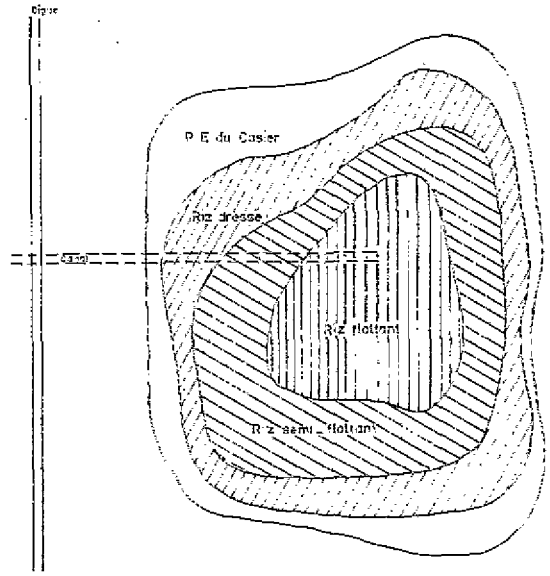

Fig. 2. — Vue en plan d'un aménagement semi-extensif traditionnel.

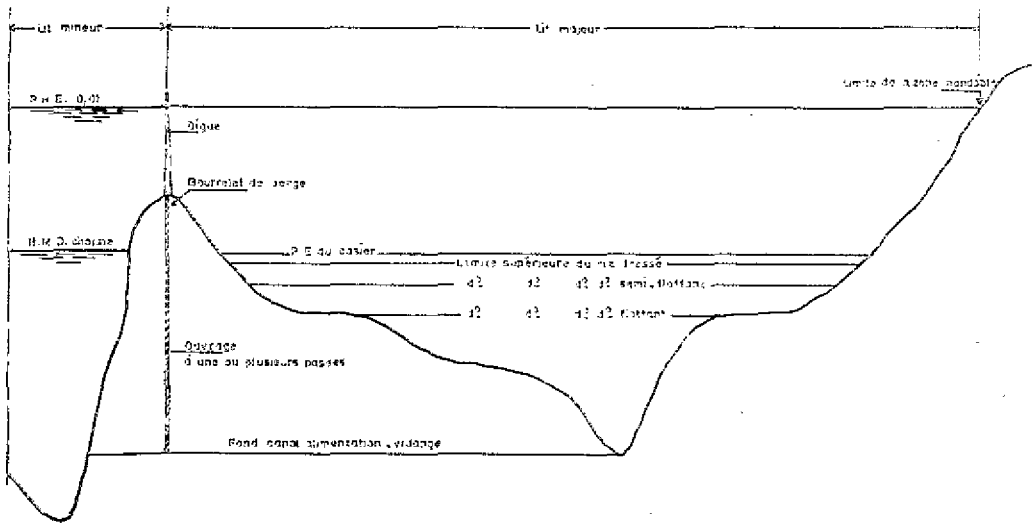

Fig. 3. — Coupe transversale d'un aménagement semi-extensif traditionnel.

On parvient ainsi à isoler de la zone inondée par le fleuve une ou plusieurs cuvettes que l'on remplit avec un seul plan d'eau maximum, ou plusieurs plans d'eau convenablement décalés, s'il s'agit de plusieurs cuvettes. Le casier inondé de par sa nature même de cuvette ou de dépression et du fait qu'on n'y effectue aucun planage des terres, présentera des zones de profondeurs différentes suivant la topographie : ces zones devront être ensemencées en variétés de riz présentant des capacités différentes quant à la hauteur d'eau qu'elles peuvent supporter. On obtient ainsi le système dit des franges variétales, étagées suivant la profondeur suivant la graduation suivante :

frange supérieure :
riz dressé : profondeur : 0,15 m à 0,50 m,

frange moyenne :
riz semi-flottant : profond. : 0,50 m à 1 m,

frange basse :
riz flottant : profondeur : 1 m à 3 m.

Du fait même du remplissage « en bloc » du casier, il résulte que les franges inférieures sont inondées avant les franges supérieures, et sont drainées après les franges hautes lors de la vidange du casier. Ainsi, les riz des franges basses doivent présenter un cycle plus long que les riz des franges moyennes et, *a fortiori*, de la frange haute. Un tableau succinct ci-dessous donne quelques caractéristiques des principales variétés utilisées actuellement dans les aménagements rizicoles.

Frange culturale	Variété	Profondeur maxima (m)	Durée du cycle (jours)
Dressée	Dissy	0,50	110
Dressée	Phar Com En	0,50	160
Semi-flottante	Malobadian	1,00	150
Flottante	Indochine G	1,50	160
Flottante	Mali Sawn	Jusqu'à 3 m	180
Flottante	Mogo	Jusqu'à 3 m	160

Les variétés citées ci-dessus appartiennent à l'espèce *Oryza sativa*, et ont été introduites en Afrique occidentale récemment, sauf pour la dernière, qui est un *glaberrima* caractéristique de la riziculture de Mopti.

B) Avantages et inconvénients

En définitive, le principe de l'aménagement rizicole, motivé par la recherche d'une plus grande sécurité dans la riziculture, a permis toute une série d'améliorations agronomiques, grâce à la grande plasticité du matériel végétal disponible ou introduit par la Recherche, chaque variété présentant des possibilités particulières, bien adaptées à la frange à laquelle on la destine, et présentant, au surplus, un potentiel productif élevé. Le système de digues permet de maîtriser, dans une certaine mesure, la montée du plan d'eau : date d'arrivée de l'eau dans les casiers, vitesse de montée du plan d'eau, date de la vidange, etc., tout cela évidemment dans un seul sens, celui d'un retard par rapport au niveau du fleuve. Rappelons ci-dessous les vitesses optimales de montée du plan d'eau préconisées dans la Vallée supérieure moyenne et deltaïque par l'IRAT et la mission FAO-Gouvernement du Mali « Développement de la riziculture dans le Delta central du Niger ». Il convient de préciser ici que ces vitesses sont des données correspondant à un état de la recherche, et ne sont pas intangibles, l'expérience pouvant militer en faveur d'une modification pour certaines variétés.

Variétés	Vitesse de montée journalière
dressée	3 cm/jour environ
semi-flottante	3 cm/jour environ
flottante	5 cm/jour

Il s'agit ici de vitesses de montée du plan d'eau optimales, dans le sens qu'avec des rythmes de montée, le rendement du riz n'est pas apparemment affecté, du moins dans le stade actuel de nos connaissances : des vitesses plus grandes peuvent être tolérées temporairement, mais alors il faut s'attendre à ce que le riz en souffre, si le rythme moyen n'est pas respecté sur une période de l'ordre de quelques jours.

Un autre avantage du système d'aménagement est le fait que l'on peut, en grande partie, s'affranchir de la sujétion gênante des attaques de poissons rizophages, grâce à des dispositifs de grilles dont sont munis les ouvrages d'entrée de l'eau.

D'autre part, il est bien évident que l'aménagement ne saurait, en aucune façon, influer sur le régime des pluies. Cependant, la discipline nécessaire de la mise en eau entraîne aussi une certaine discipline dans les époques de semis, car le plant de riz doit être âgé d'au moins 30 jours, mieux 40 jours, au moment où commence la submersion. Ceci entraîne les services chargés de la vulgarisation à conseiller des dates de semis avec possibilité de se baser sur les études statistiques des précipitations réalisées dans le cadre du projet, FAO-Gouvernement du Mali « Développement de la riziculture dans le Delta central du Niger », donc de s'affranchir, dans une certaine mesure, de l'aléa pluvial par un choix plus scientifique que celui que peut faire le paysan.

Par ailleurs, un autre avantage procuré par l'aménagement est la stabilisation du régime d'exploitation. En effet, on choisit pour chaque aménagement, un niveau fixe du plan d'eau maximum normal en s'aidant des études statistiques sur l'hydrologie des fleuves Niger et Bani : souvent, ce plan d'eau normal correspond à une fréquence garantie de neuf ans sur dix, et présente, outre l'avantage d'une grande sécurité, celui, considérable, de stabiliser dans l'espace les franges culturales et les exploitations. On peut, en définitive, s'affranchir du caractère itinérant de la riziculture traditionnelle en crue libre, clef permettant d'envisager toutes sortes d'actions d'amélioration agronomique, impensables en l'état antérieur.

En résumé, la submersion, telle que nous l'avons décrite précédemment, présente par rapport à la submersion naturelle, **l'avantage considérable de permettre, lorsqu'elle est bien conduite, le contrôle des profondeurs d'eau atteintes sur des surfaces déterminées.**

Mais elle conserve de sérieux inconvénients :

— ***elle ne permet pas le contrôle des dates de submersion*** (si ce n'est dans le sens d'un retard par rapport à la date de crue de l'année en cours) **ni des dates de drainage :** ces dates dépendent finalement des dates de crue et de décrue du fleuve qui sont variables d'une année à l'autre ;

— elle exige la **manipulation de quantités d'eau considérables,** puisqu'il faut remplir tout le volume situé à l'intérieur de la digue de ceinture ;

— **les parties basses** sont submergées sous une hauteur d'eau telle qu'elles ne peuvent être cultivées qu'en **riz flottant,** donc avec des rendements médiocres ;

— enfin, ce type d'aménagement sous la forme que nous avons décrite, **exclut pratiquement toute autre culture que le riz.**

C'est en vue de remédier, au moins en partie, à ces inconvénients qu'ont été conçus, et parfois réalisés, des aménagements basés sur une submersion contrôlée améliorée, aménagements dont nous décrivons ici le principe.

C) Aménagements améliorés de submersion contrôlée

1) **Anneau supérieur de riz dressés**

Une des imperfections notables du type d'aménagement actuel, réside dans le fait que la submersion de la frange supérieure de riz dressé est presque toujours tardive, puisque l'on est contraint

de respecter un rythme de montée de l'eau relativement limité et contraignant. De ce fait, la frange supérieure, irriguée tardivement, donne souvent des rendements faibles, surtout eu égard aux potentialités des variétés dressées cultivées dans cette frange.

Or, on remarque généralement que le niveau dans le fleuve, souvent plus élevé que dans le casier en cours de remplissage, permettrait d'irriguer la frange supérieure plus tôt, si l'on pouvait décaler le plan d'eau de cette frange en créant un anneau supérieur distinct du casier. C'est ce qui résulte de l'examen du graphique ci-contre, qui laisse apparaître, au niveau de la frange supérieure, un gain de temps appréciable (ici : 10 jours), (fig. 4).

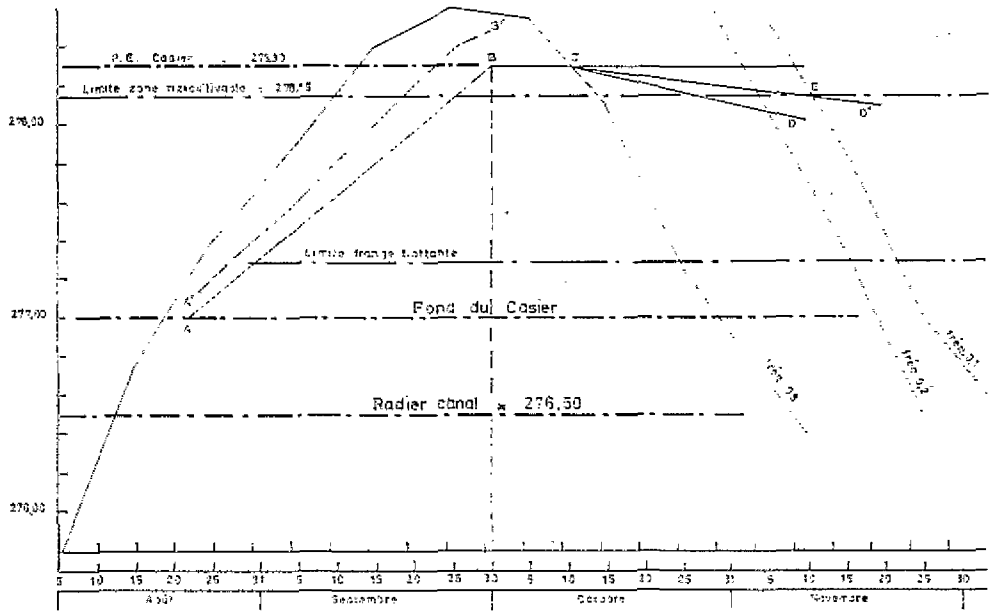

Fig. 4. — Casiers de Dioro I et II. Courbes de remplissage.

On voit, d'autre part, sur l'exemple que nous avons donné ici (fig. 6 et 7), que la séparation de l'anneau supérieur permet d'augmenter la surface rizicultivable, si on veut le faire, car la cote du plan d'eau à laquelle on est pratiquement obligé de se limiter correspond à celle atteinte vers les premiers jours d'octobre. En séparant la frange supérieure, on peut, en respectant la même date limite, reporter plus haut le plan d'eau, comme le montre le graphique ci-joint (fig. 7). C'est un cas qui se présente couramment dans le Delta central, où les courbes de crue sont décalées en retard, et où on est empêché d'exploiter à fond la courbe des hauteurs de fréquence 0,8 par exemple. Il est vrai que ce faisant, on reporte plus haut les difficultés de la frange supérieure, mais il en résulte néanmoins un gain de surface globale qui peut, dans certains cas, être intéressant, notamment si les sols sont de bonne qualité, ce qui est souvent le cas précisément dans le Delta.

Comme, d'autre part, la création de cet anneau nécessite l'exécution d'une digue et d'un ouvrage d'alimentation distincte, le problème est de savoir si l'augmentation de production que l'on peut atteindre de la frange supérieure, irriguée plus tôt, compenserait le surcroît d'investissement nécessité par la séparation de cet anneau supérieur.

Il convient donc de l'étudier dans chaque cas particulier et de passer à la réalisation, si cette séparation se révèle effectivement rentable.

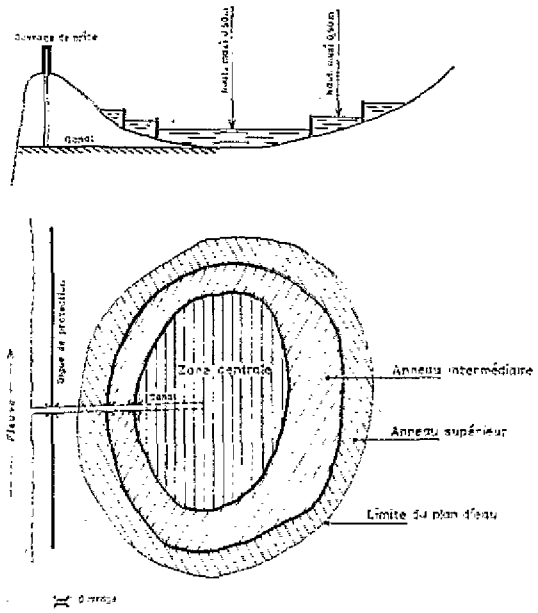

Fig. 5. — Aménagements rizicoles. Création d'anneaux.

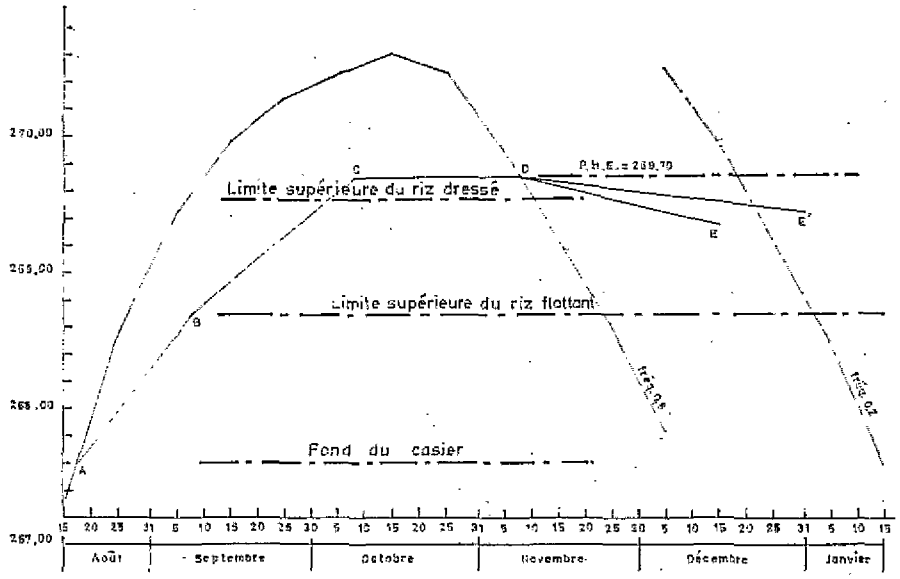

Fig. 6. — Casier de Sarantomo-Sine. Courbe de remplissage.

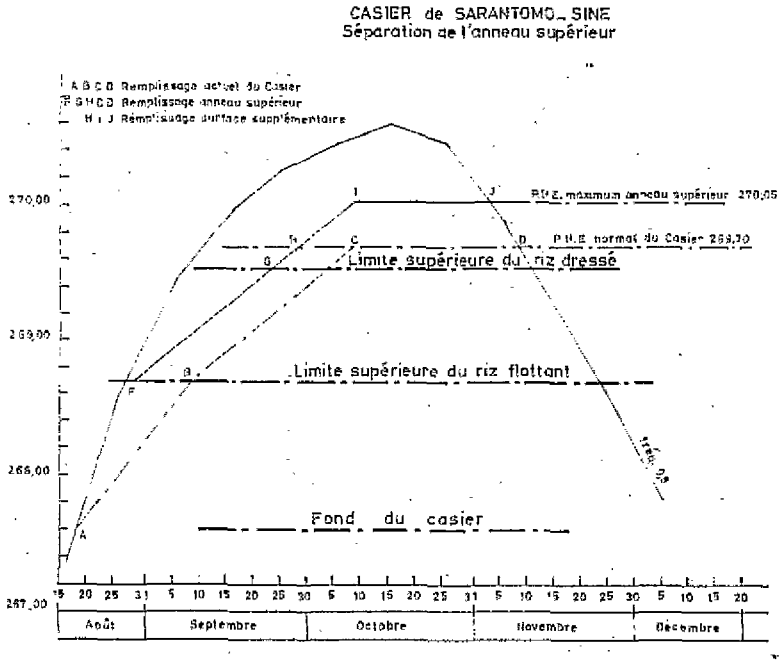

Fig. 7. — Casier de Sarantomo-Sine. Séparation de l'anneau supérieur.

2) Aménagement en anneaux

Cette fois, il s'agit de transformer l'aménagement en vue d'éliminer totalement le riz flottant, par division de la cuvette en anneaux successifs, dans chacun desquels la profondeur de l'eau ne dépasserait pas 0,50 m, ce qui permettrait d'utiliser uniquement des variétés dressées, dont le potentiel productif est plus élevé que celui des riz flottants, surtout si on peut vulgariser les nouvelles variétés de l'IRI du type IR 8, à paille courte et à haute productivité.

En se référant au graphique ci-joint (fig. 5), on voit que l'exécution de deux digues plus ou moins concentriques permet de créer dans l'aménagement une zone centrale et deux anneaux, où la hauteur d'eau pourrait être limitée à 0,50 m au maximum. Evidemment, le canal devra comporter deux ouvrages supplémentaires, qui permettront d'interrompre l'arrivée de l'eau dans la zone inférieure dès que le niveau maximum y aura été atteint.

Cette forme d'aménagement, outre l'avantage qu'elle présente en permettant la substitution du riz dressé au riz flottant, entraîne aussi une grande souplesse de mise en eau, puisque les anneaux peuvent être remplis indépendamment. De plus, le volume total de l'eau introduite est bien inférieur à celui que nécessiterait le remplissage total de la cuvette jusqu'au niveau supérieur, d'où une économie sensible sur le calibre des canaux et des ouvrages.

En contrepartie de ces avantages, les inconvénients de cette forme d'aménagement sont également apparents :

— dépenses supplémentaires résultant de la construction des digues intérieures et des ouvrages correspondants,

— remplissage plus délicat à contrôler,

— enfin, et surtout, sécurité diminuée, du fait qu'une rupture d'une digue intérieure haute risque de créer des accidents en cascade avec destruction de la récolte des zones basses.

On peut, pour le moment, envisager que la formule de l'anneau supérieur, qui peut être mise en pratique assez rapidement, représentera le test de la possibilité de généraliser à l'avenir les anneaux, pour éliminer le riz flottant. Avec cet anneau supérieur, on peut décrocher assez rapidement le plan d'eau de l'anneau de celui du reste de l'aménagement et voir, à l'usage, s'il n'y a pas d'incidents au remplissage, de fuites, etc., risquant de mettre en danger la zone située en contre-bas.

Bien entendu, la décision concernant cette formule d'aménagement ne pourra être retenue qu'après justifications sur le plan économique acceptables.

3) Pompages

Le pompage est une méthode élégante pour se libérer, dans une certaine mesure, des contraintes imposées par le fleuve : on pourrait, en pompant, garantir à 100 % l'irrigation convenable des zones hautes, songer à augmenter les surfaces garanties, faciliter le drainage en cas de crue tardive, etc.

Une première étude de riziculture par pompage a été réalisée par projet FAO-Gouvernement du Mali : « Développement de la riziculture dans le Delta central du Niger » : elle concerne l'aménagement de Nakry-Sansanding. Elle a montré que la riziculture par pompage est rentable, mais crée des frais d'exploitation récurrents élevés, ce qui pose un problème pour leur financement et leur récupération partielle ou totale auprès des paysans. Remarquons que les frais de pompage ne sont pas excessivement élevés, du fait des faibles hauteurs d'élévation (1 m à 2 m) et des cubes pompés limités autant que possible par la création systématique de casiers en anneaux à faible profondeur d'eau.

4) Cultures de décrue

Le problème de la possibilité d'effectuer des cultures de décrue sur le pourtour de la zone rizicultivée s'est posé dans certains aménagements où l'étalement et sa régularité les rendent déjà possibles. La technique consiste à relever le plan d'eau au-dessus de la cote normalement choisie pour la riziculture, afin de pouvoir inonder des terres au-delà de la zone rizicultivable : à la décrue, une fois les riz récoltés dans l'eau, les cultivateurs peuvent mettre en terre, dans l'anneau réservé à cet usage au-dessus des rizières, les cultures habituelles de décrue : sorgho, maïs, patates douces, arachide, manioc, etc., au fur et à mesure du retrait naturel des eaux.

Ces cultures de décrue, de rendement souvent modeste, présentent cependant le grand avantage de créer un revenu supplémentaire non négligeable en procurant un calendrier de l'emploi plus complet sur l'année, ce qui valorise les périodes de saison sèche où l'agriculteur ne trouve pas l'emploi de son temps disponible. On pourrait, de plus, tenter d'introduire une culture fourragère en décrue, ce qui présenterait un intérêt considérable pour l'élevage, cette production devenant disponible en pleine saison sèche (sorgho ou maïs fourragers).

Nous pensons en conséquence qu'il convient de faire en sorte que les cultures de décrue soient préservées autant que possible autour des aménagements où les conditions naturelles le permettent. Pour cela, il faudra parfois prévoir une surélévation de la digue limitant la zone rizicultivée limitrophe, ou créer un anneau supplémentaire pour les cultures de décrues. Dans tous les cas, le choix devra être fait sur des considérations de coûts marginaux et de rentabilité marginale.

D) Principe de réalisation des casiers de submersion contrôlée

La mise en œuvre sur une grande échelle de la riziculture par submersion contrôlée exige des études préalables poussées dont la méthodologie a été récapitulée dans le rapport de la mission FAO-Gouvernement du Mali : « Amélioration et expansion de la riziculture dans le Delta central du Niger ».

Ces études concernent :

— Les reconnaissances hydrologiques, topographiques et pédologiques préalables, complétées par des enquêtes sociales et agricoles.

— La cote du plan d'eau qui doit être choisie de façon à garantir aux paysans la possibilité d'une récolte, neuf années sur dix (davantage serait préférable, mais généralement trop coûteux).

— La cote des digues qui doit être fixée à 0,50 m au moins au-dessus du niveau de crue centenaire.

— Le tracé des digues qui doit être fixé, aux fins d'obtenir un minimum du rapport terrassement/ha endigué.

— Le profil en travers des digues est fonction des caractéristiques mécaniques des sols ; en général, dans le Delta vif, 3 m de largeur en crête, 3/1 de pente extérieure et 3/1 de pente intérieure.

— Le profil en long des canaux d'alimentation de drainage et la conception des ouvrages, notamment des accès d'eau aux casiers où les vannes doivent toujours être préférées aux batardeaux.

Les études doivent déboucher sur l'établissement de courbes de remplissage et de drainage et sur la mise au point de bilans financiers précis au niveau du casier, comme au niveau de l'exploitation agricole individuelle.

III) Les aménagements comportant une maîtrise totale de l'eau

Ces aménagements se rencontrent dans le Delta mort du fleuve dont la mise en valeur partielle a été entreprise par l'Office du Niger.

Certains aménagements dans d'autres biefs présentent des caractéristiques analogues, notamment à l'aval de Bamako (Baguinda) et dans la partie du fleuve qui traverse la République du Niger.

La caractéristique commune à ces aménagements réside dans la maîtrise de l'eau à l'arrivée et à la sortie des parcelles irrigables (irrigation et drainage) ainsi que dans les dates fixées pour ces opérations, dates que l'on peut ainsi faire coïncider avec les périodes optimales pour le développement des plantes.

Office du Niger

Nous ne décrirons pas en détail les grands équipements dont bénéficie l'Office du Niger, sur lequel nous n'avons d'ailleurs pu obtenir de renseignements récents.

Nous rappelons seulement qu'ils comprennent :

— le barrage de Markala (Sansanding) de 2.836 m de long dont 14 passes de 55 m chacune, équipées de 35 vannes à hausses mobiles à quatre positions, permettant une retenue maximum de 5 m ;

— le canal de navigation rive droite ;

— le canal adducteur de 500 m³ par seconde de débit théorique, donnant naissance au canal du Macina et au canal du Saliel, qui rejoignent respectivement la rivière de Boky Wère et le Fala de Molodo ;

— l'endiguement du Macina en Delta vif, alimenté à partir du barrage.

Tous ces travaux représentaient en 1960, dix-sept millions de mètres cubes de terrassement et plusieurs dizaines de milliers de mètres cubes de béton.

Nous donnerons quelques informations sur **le réseau d'irrigation de l'Office**, tel qu'il existait en 1960.

A partir des canaux adducteurs, ce réseau se compose des canaux suivants dans l'ordre décroissant :

a) les distributeurs suivent la ligne des points hauts dominant le périmètre à irriguer appelé casier ; ces canaux peuvent atteindre, dans les systèmes irrigués actuels, une cinquantaine de kilomètres de long ;

b) perpendiculairement aux distributeurs et suivant la ligne de plus grande pente du terrain, viennent se brancher les partiteurs, longs de 4 km à 6 km suivant la largeur du casier. Ces canaux, irriguant des deux côtés, sont espacés de 1.200 m à 2.000 m ;

c) perpendiculairement aux partiteurs, c'est-à-dire suivant les courbes de niveau, viennent les arroseurs de longueur variable (aménagements anciens 600 m ; aménagements nouveaux : coton 600 m, riz 800 m).

Les arroseurs sont écartés entre eux de 200 m dans les secteurs cotonniers et de 300 m à 400 m dans les secteurs rizicoles.

Les parcelles de cotonniers peuvent avoir des surfaces de 1.000 × 200 = 20 ha à 600 × 200 = 12 ha, et les parcelles de riz 800 × 300 ou 600 × 400, soit 24 ha.

L'intérieur de parcelles est subdivisé suivant la culture pratiquée :

— **pour le coton :** soit par des rigoles tous les 50 m, alimentant des sillons de niveau longs de 25 m ; soit par des sillons pendants longs de 200 m ;

— **pour le riz :** les parcelles sont divisées en bassin par des diguettes tracées suivant les courbes de niveau, et laissant entre elles une dénivellation maximale du terrain de 10-15 cm.

Au réseau d'irrigation vient se juxtaposer un réseau de drainage, destiné à évacuer les excès d'eau de pluie ou d'irrigation et à assurer la vidange des repères au moment de la récolte.

Les débits à prendre en compte sont de 1,2 l/ha/s pour les terres à coton, et 2 l/ha/s pour les rizières.

Les modules de débits de drainage sont les suivants :

10 ha	3,3 l/ha/s
100 ha	1,9 —
1.000 ha	1,1 —
1.000 ha	0,6 —

Les canaux sont dimensionnés dans chaque casier en fonction de la répartition des deux cultures et des jachères. Le passage de l'assolement coton-jachère à l'assolement coton-riz a nécessité un important travail de rajustement des dimensions du réseau.

Autres aménagements

Les autres aménagements fonctionnent suivant un système analogue, ou bien sont destinés seulement à la riziculture submergée.

Ils peuvent être alimentés par gravité dans certains cas, mais sont, le plus souvent, alimentés par des pompages venant en appoint des irrigations gravitaires, avant la montée des eaux ou à la décrue.

Ils concernent alors des casiers complètement isolés des eaux du fleuve et dont le drainage, normalement assuré par gravité, peut être également complété par pompage en cas de crue trop tardive.

Suivant le cas, ils permettent la culture :

— d'un seul ou de deux riz par an (le second est alors désaisonné, ce qui est possible sous le climat de la région de Niamey) ;

— enfin, d'autres cultures (blé dans les biefs septentrionaux, coton, oignons, légumes, etc.).

Il est à noter que la canne à sucre a été cultivée avec succès dans certains aménagements disposant de la maîtrise totale de l'eau, mais n'occupant encore que des surfaces restreintes. Toutefois, des études de périmètre sucrier ont été entreprises en République du Niger.

IV) Coût des divers types d'aménagement

A) La riziculture de submersion naturelle suppose des investissements peu coûteux ; ils se limitent en pratique au défrichement des parcelles, lequel, il est vrai, peut varier entre 50 $ US et 200 $ US par hectare.

En cas d'amélioration, il convient de tenir également compte du coût de construction de quelques diguettes ou canaux.

L'investissement total ne saurait, en tout état de cause, dépasser le prix de vente de 200 kg de paddy, soit 100 $ US environ par hectare, des chiffres supérieurs paraissaient exclus du fait de la faiblesse des rendements (500 kg/ha à 600 kg/ha) et de leur caractère aléatoire.

B) La riziculture de submersion contrôlée est forcément plus coûteuse : le prix de réalisation des aménagements varie en fait dans une gamme très large puisqu'il se situe d'après les études de la mission FAO-Gouvernement du Mali : « Amélioration et expansion de la riziculture dans le Delta central du Niger » entre 100 $ US/ha et 400 $ US/ha géographique (et les hectares effectivement cultivables ne représentent qu'une fraction de l'ordre de 80 % à 100 % de la surface géographique)).

Il faut ajouter à ces chiffres le coût des défrichements et les charges annuelles de gestion et d'entretien des casiers.

C) Les aménagements comportant la maîtrise totale de l'eau. Il est difficile de savoir avec précision le prix de revient à l'hectare des aménagements réalisés sur le périmètre de l'Office du Niger, car les grands travaux d'infrastructure ont été entrepris à une date ancienne et poursuivis dans des conditions économiques assez variables.

Entre 1934/1935 et 1972, d'après le rapport de Guillaume sur « les aménagements hydro-agricoles de riziculture et de culture de décrue dans la Vallée du Niger », les investissements par hectare aménagé atteignaient 270.000 F/CFA/ha, valeur 1960, soit 1.000 $ US environ pour les rendements de l'ordre de 2 t de riz à l'hectare et 800 kg de coton.

Le rapport produit brut sur capital investi atteignait 11 % environ dans le cas d'une riziculture vivrière et commerciale permanente, 6 % seulement dans le cas d'un assolement coton-jachère-riz et 10 % dans le cas d'un assolement coton-riz vivrier.

La décomposition du coût de l'investissement précédent aurait été la suivante :

Réseau hydraulique principal,	51.500 F/CFA
Réseau hydraulique secondaire,	15.400 F/CFA
Aménagement des terres (défrichement, planage, réseau hydraulique intérieur).	85.100 F/CFA
Equipement agricole : construction :	36.000 F/CFA
Matériel :	11.000 F/CFA
Frais généraux, étude totale :	11.300 F/CFA
Travaux neufs :	11.700 F/CFA
Siège social de l'Office du Niger :	22.000 F/CFA
Divers et imprévus :	24.900 F/CFA
Total :	268.900 F/CFA

Ces coûts ne comprennent pas la construction du barrage de Sansanding et du canal adducteur : à notre avis, ils seraient plutôt légèrement sous-estimés ; l'équipement et l'extension des terres de l'Office actuellement impossibles à chiffrer avec précision ne seraient probablement pas inférieurs à 2.000 $ US par hectare.

On voit que, **sauf pour obtenir des rendements unitaires beaucoup plus élevés que les rendements actuels**, ce type d'opération ne semble pas financièrement rentable. Les autres aménagements incluant la maîtrise totale de l'eau d'irrigation et de drainage ont un coût extrêmement variable suivant le cas.

Dans la République du Niger, ils se situeraient entre 1.000 $ US et 5.000 $ US l'hectare net, mis en valeur, la moyenne se rapproche plus du second chiffre que du premier.

Par contre, la possibilité de faire deux cultures ou une seule, mais avec des rendements nettement plus élevés qu'à l'Office du Niger, leur assurerait un coefficient de capital plutôt plus élevé.

CHAPITRE III

LES POTENTIALITES DE LA VALLEE SUPERIEURE DU NIGER A L'EGARD DE LA GRANDE IRRIGATION

METHODES ADOPTEES POUR L'ESTIMATION

Dans le présent chapitre, nous avons essayé d'évaluer les surfaces potentiellement susceptibles de se prêter à l'irrigation dans la Vallée supérieure du Niger.

Une telle évaluation a été conduite bief par bief à partir d'une planimétrie des surfaces alluviales non inondables et des surfaces alluviales inondables de la Vallée du Niger et de ses principaux affluents ; ces surfaces constituent à notre avis une **limite supérieure** des surfaces potentiellement irriguables tant que les débits nécessaires à leur arrosage restent inférieurs à celui du fleuve.

En effet, les **terres non alluviales** sont à la fois de qualité médiocre et placées très au-dessus du niveau moyen des eaux du fleuve (plusieurs mètres et même plusieurs dizaines de mètres le plus souvent). Il paraît tout à fait contre-indiqué, sauf exception, d'irriguer de telles terres avant d'avoir irrigué la quasi-totalité des terres alluviales.

Or, cette irrigation des terres alluviales risque de s'étendre sur une très longue période (probablement plusieurs générations) et pourrait bien, à son terme, absorber la totalité des débits moyens du Niger et de ses affluents après régularisation.

Même si cette dernière affirmation est discutable, il n'en reste pas moins que l'irrigation de terres non alluviales ne pourrait prendre une extension notable avant un très long délai.

Les estimations que nous allons tenter doivent être arrêtées à un certain horizon chronologique que nous avons fixé, peut-être arbitrairement, à une génération, soit environ l'an 2000 ; les terres non alluviales seront donc exclues de notre estimation.

Mais le plafond fixé au développement des irrigations par la planimétrie des surfaces alluviales non inondées et inondées est lui-même encore **très supérieur** aux surfaces potentiellement irrigables d'ici l'an 2000.

Les **surfaces alluviales non inondées** relèvent, en effet, d'une irrigation par aménagement comportant une maîtrise complète de l'eau, (voir chapitre II, § D).

Leur mise en œuvre exige, soit la construction de très coûteuses têtes mortes, soit la réalisation de stations de pompage également coûteuses et dont le fonctionnement restera encore longtemps incertain du fait du niveau technologique des populations de la vallée.

Il nous est apparu évident que l'irrigation de ces surfaces alluviales non inondées se limiterait, soit à l'extension des périmètres déjà dotés des ouvrages de tête (c'est-à-dire, en pratique, le secteur de l'Office du Niger), soit à la création de périmètres beaucoup plus restreints destinés à la pratique des cultures intensives, et normalement alimentés par pompage ; ces périmètres se situeraient, pour l'essentiel, dans les biefs lacustres septentrionaux et dans les trois biefs de la Vallée supérieure aval où des aménagements d'une certaine importance apparaissent possibles.

Restait à estimer le potentiel de développement de l'irrigation sur les **surfaces alluviales inondées.**

Il est à penser que l'aménagement de ces surfaces relève de la technique de submersion contrôlée, au moins, pour la période envisagée et comme toujours, sauf cas exceptionnel.

Vers la fin de cette période et, à fortiori, au-delà, des améliorations de plus en plus poussées permettront vraisemblablement la transformation de ce type d'aménagement en secteurs disposant d'une maîtrise complète de l'eau.

La superficie des alluvions inondables étant supposée connue avec une précision de l'ordre de 20 %-30 %, il a fallu fixer dans chaque bief la proportion de ces surfaces qui sont réellement susceptibles de recevoir, d'ici l'an 2000, un aménagement de submersion contrôlée.

Cette proportion ne peut être extrêmement élevée, car des zones alluviales inondées sont occupées par un certain nombre de secteurs qui ne pourraient être aménagés sans dépenses exorbitantes.

C'est évidemment le cas des lits mineurs, mais c'est aussi le cas des bas-fonds qui ne sont pas déjà entourés d'une ligne relativement continue de points hauts ; dans ce cas, le coût des digues qui risquent d'atteindre près de 10 m de haut sur des kilomètres devient prohibitif.

Des considérations relatives au régime de la crue jouent également un rôle très important ; nous avons vu, en effet, qu'il était souhaitable d'éliminer les surfaces dont la submersion, compte tenu de la perte de charge à l'entrée des casiers, n'était pas garantie au moins 9 années sur 10.

L'expérience personnelle de l'auteur et celle des techniciens qu'il a pu consulter, l'ont amené à admettre que le pourcentage de surfaces inondables réellement aménageables en casiers de submersion contrôlée, se situait **en moyenne** autour de 30 %-35 %.

Ce pourcentage étant plutôt plus faible, dans le cas de circonstances défavorables (fortes hauteurs d'inondation, variations importantes dans l'amplitude de la crue d'une année sur l'autre, courant rapide et, bien entendu, population peu nombreuse) et plutôt supérieure dans le cas de circonstances favorables (crues régulières et de hauteur limitée, vallée large et peu accidentée, population nombreuse pratiquant déjà la submersion naturelle, etc., etc.).

Nous avons été ainsi conduits à adopter un pourcentage global pour chacun des biefs précédents et à fixer, à partir de là, un plafond des surfaces potentiellement aménageables en submersion contrôlée jusqu'à l'an 2000.

Nous ne nourrissons pas d'illusions sur l'absence de rigueur qui entache ces estimations et nous les présentons plutôt comme des indications quantitatives grossières que comme des estimations solides.

Nous verrons que dans l'intérêt des pays riverains du Niger supérieur, il serait souhaitable d'entreprendre, dès les toutes prochaines années, une estimation beaucoup plus précise.

Finalement, notre estimation des surfaces potentiellement irrigables à l'horizon de l'an 2000 dans la Vallée supérieure du Niger et de ses affluents principaux, repose sur les bases suivantes :

— *élimination des terres non alluviales ;*
— surfaces alluviales non inondées, plafond des aménagements fixé en fonction des possibilités hydrauliques considérées, d'une part sans régularisation, d'autre part, après régularisation partielle (en l'occurrence la construction du seul barrage ayant fait l'objet d'une pré-étude, celui du Sankarani) ;
— surfaces alluviales inondées aménagées par submersion contrôlée un pourcentage de la surface totale des alluvions inondés, variable suivant les biefs et se situant en général aux alentours de 30 %-35 %.

Les potentialités d'irrigation sont décrites en prenant les biefs de l'amont vers l'aval.

Un tableau final résume le résultat de ces estimations, en liaison avec les grandes caractéristiques des biefs.

I) Les potentialités de la vallée supérieure amont

La Vallée supérieure amont ne se prête pas spécialement au développement des irrigations.

Pendant toute la saison des pluies, la pluviométrie est presque constamment supérieure à l'évapotranspiration potentielle et de nombreuses cultures sont possibles sans irrigation avec des rendements très corrects, sous réserve de choisir de bons sols et de pratiquer des façons culturales éprouvées (culture du sorgho, du riz pluvial, de fruits divers, du manioc, etc.).

Il est vrai que l'on doit irriguer si l'on désire cultiver en saison sèche (de novembre à avril) par exemple, des légumes, mais de telles cultures ne semblent pas susceptibles d'extensions importantes.

Le riz pluvial, d'autre part, parfois cultivé dans la Vallée amont, peut provoquer de graves érosions, sauf à prendre des précautions (cultures en terrasses) susceptibles d'en accroître le coût. Aussi, beaucoup d'agronomes souhaitent-ils sa disparition au profit de la riziculture submergée.

Les paysans guinéens ont, depuis longtemps, tendance à pratiquer cette dernière, en submersion naturelle dans les biefs aval des grands cours d'eau.

Quelques aménagements de submersion contrôlée avaient également fait leur apparition vers les années 1930 à 1960 dans ces mêmes biefs, sur des surfaces très restreintes, et avec des résultats assez médiocres, faute de conceptions techniques éprouvées et d'une bonne gestion hydraulique des casiers.

Il n'a pas été possible à l'auteur de cette note de recueillir des informations sur le développement de ces cultures qui, vers la fin des années 1950, auraient occupé quelques milliers d'hectares en submersion naturelle et quelques centaines en submersion contrôlée.

Des possibilités d'extension futures très difficiles à apprécier s'appliqueraient à quelque 100 000 ha géographiques dans les biefs d'aval de la Vallée amont du Niger et de ses principaux affluents, notamment le Milo.

Mais, sur cette surface, une faible proportion seulement doit se trouver dans ces conditions topographiques et hydrologiques propres à permettre la réalisation de véritables casiers de submersion contrôlée dans des conditions économiques acceptables, la hauteur des crues obligeant à la construction de digues très élevées en dehors de sites rigoureusement sélectionnés.

Très vraisemblablement, cette proportion ne dépasse pas 20 %-30 % et l'on peut estimer que 30 000 ha de casiers de submersion contrôlée constituent pour une très longue période, le plafond des aménagements de submersion contrôlée concevables dans la Vallée supérieure amont.

II) Les potentialités de la vallée supérieure moyenne

A) Dans le bief amont de Kouroussa à Siguiri

L'intérêt des irrigations s'affirme, les conditions climatologiques rendant moins aisée la pratique des cultures sèches (1.500 mm à 1.600 mm d'évapotranspiration potentielle entre 1.600 mm à 1.400 mm de pluviométrie totale).

Les conditions de pratique de la riziculture submergée ne sont pas, dans ce bief, essentiellement différentes de celles des biefs d'aval de la Vallée supérieure amont, même si l'on peut espérer des sols un peu plus adaptés à cette culture.

Une enquête menée en 1955-1956 par sondages avait donné les résultats suivants, quant à l'extension des cultures de riz submergé sur les districts de Kankan, Kouroussa et Siguiri correspondant sensiblement à ce bief.

Culture du riz en submersion naturelle (ha)	Culture du riz en submersion contrôlée (ha)	Culture du riz avec maîtrise totale (submersion contrôlée très améliorée) (ha)	Total (ha)
15.800	6.900	1.100	23.800

Ces chiffres étaient entachés d'une erreur possible de plus ou moins 28 % d'après les auteurs de l'enquête.

Il est donc certain que vers 1955, la culture du riz submergé dans ce bief ne dépassait pas 30.000 ha dont 10.000 ha au maximum aménagés.

Il n'a pas été possible à l'auteur de cette note d'obtenir de renseignements plus récents, notamment sur les travaux accomplis éventuellement à l'instigation du gouvernement guinéen qui aurait envisagé, à un certain moment, d'aménager plus de 10.000 ha dans cette zone.

Le planimétrage des cartes au 1/200.000 montre que les biefs du Niger et des grands affluents correspondants, dans ce secteur, comprennent environ 170.000 ha d'alluvions ou colluvions non inondables et, en outre, 80.000 ha d'alluvions inondables, entre Kouroussa et l'aval de Siguiri (frontière Guinée-Mali).

La proportion aménageable en casiers de submersion contrôlée doit se situer autour de 30 %-40 %, si l'on désire éviter l'aménagement des points bas, qu'on ne peut endiguer, sans dépenses excessives.

Tout en faisant toute réserve sur ce chiffre, nous supposons donc que le plafond des surfaces aménageables en casiers de submersion contrôlée se situe dans ces biefs, autour de 32.000 ha dont il faut déduire les hectares déja aménagés, ce qui donnerait une surface nouvellement aménageable de l'ordre de 22.000 ha.

Quant aux aménagements assurant la maîtrise totale de l'eau, ils pourraient être créés, semble-t-il, par pompage au niveau des alluvions non inondables ou par complément d'équipement très poussé des casiers de submersion contrôlée.

C'est probablement cette seconde solution qui est seule envisageable avant longtemps, car sa mise en application peut avoir lieu par paliers successifs, mais elle ne peut être conseillée avant fort longtemps.

Finalement, nous estimons le potentiel de ce secteur (en hectares nouvellement aménagés) à 30.000 ha au maximum pour la submersion contrôlée et à zéro pour la submersion totale.

B et C) Le premier et le second bief central de Siguiri à Sotuba et Sotuba à Kentenkou.

De Siguiri à Sotuba, les caractéristiques naturelles sont assez favorables à l'irrigation, du fait de la largeur de la vallée et de l'importance des zones inondables dont beaucoup sont entourées de bourrelets de berge permettant leur aménagement en casiers d'irrigation où la submersion peut être souvent assurée à la fois par la crue du Niger et par les marigots-affluents.

La crue du Niger commence dès fin juillet, ce qui permet une culture du riz dans des conditions écologiques spécialement intéressantes, et le niveau des eaux baisse suffisamment tôt pour que la récolte ait lieu dans de bonnes conditions.

Par contre, le bief de Sotuba à Kenienkou où la vallée est resserrée, le courant assez rapide, les zones de submersion très limitées, ne semble pas présenter, dans l'ensemble, un potentiel appréciable.

Le planning des cartes au 1/200.000 des grandes vallées, entre la frontière Guinée-Mali et les environs de Kenienkou, donne les résultats suivants :

	Niger (ha)	Affluents Fie et Sankarani (ha)	Total (ha)
Alluvions ou colluvions non inondables	75.000	35.000	110.000
Alluvions inondab.	43.000	20.000	63.000
Total	118.000	55.000	173.000

Il s'agit, pour les deux biefs considérés, de chiffres par défaut, puisqu'ils ne comprennent pas le tronçon Siguiri - frontière de Guinée, sur la vallée principale.

D'après les renseignements recueillis, les aménagements réalisés sont encore très limités : 8.000 ha en submersion contrôlée et peut-être 10.000 ha en submersion naturelle.

En outre, le périmètre de Baguinda, à l'aval de Bamako, bénéficie en principe de la maîtrise totale de l'eau sur 4.400 ha dont 3.300 ha de rizière.

Les conditions de développement de la submersion contrôlée doivent permettre de gagner à cette technique de mise en valeur une proportion des terres inondables plutôt plus forte que dans le bief précédent.

Sous toute réserve, comme toujours en l'absence de reconnaissance topographique d'ensemble, nous avons admis que 40 % à 50 % des zones inondables étaient aménageables en submersion contrôlée, soit 25.000 ha à 32.000 ha, dont il conviendrait de déduire les 8.000 ha déjà aménagés ; le plafond se situerait, par conséquent, aux alentours de **25.000 ha.**

En dehors de Baguinda, nous ne pensons pas, malgré l'importance des alluvions et colluvions inondables, que les irrigations puissent, avant longtemps, se développer notablement sous la forme de périmètre à maîtrise totale.

D) Les potentialités du bief Kenienkou-Sansanding.

Il n'est pas douteux que le bief soit extrêmement favorable au développement des irrigations de submersion contrôlée.

Certains casiers ont déjà été mis en place, comme celui de Tamani.

Il s'agit, en effet, d'une des régions où la crue est à la fois abondante et relativement régulière dans une vallée large et peuplée d'une population pratiquant déjà la riziculture de submersion naturelle sur une grande échelle.

Le casier déjà réalisé à Tamani sur 10.000 ha environ a prouvé l'intérêt de cette technique dans ce bief et la possibilité de la pratiquer sur une très large surface.

Les 170 km du bief comprennent environ 120.000 ha d'alluvions inondés assez régulièrement. Nous avons estimé que le pourcentage moyen des terres aménageables dans ce bief est le plus élevé de la vallée et se situait autour de 50-60 %.

Le plafond des terres aménageables en submersion contrôlée serait donc de 72.000 ha, dont il faudrait déduire les 12.000 ha de casiers déjà aménagés, soit une possibilité d'extension de **60.000 ha.**

E) Dans les vallées du Bani et de ses deux affluents, les surfaces alluviales inondées couvriraient environ 80.000 ha (Bagoé et Baoulé) et 100.000 ha (au-delà du confluent jusqu'à San).

Les conditions de submersion sont favorables et d'autant plus que, dans l'ensemble, on se dirige vers l'aval. Des casiers ont été créés et fonctionnent avec succès dans la Vallée du Bani (à Konosso-Pénesso et à San-Ouest) sur environ 11.000 ha ; il est à noter que Konosso est alimenté par le Koni, affluent du Bani.

La mission FAO-Gouvernement du Mali : « Développement de la riziculture dans le Delta central » a étudié la possibilité d'autres casiers, notamment à Fonfana et à Tesserela, qui couvriraient 2.600 ha.

Les résultats très favorables de ces études, la possibilité de les généraliser à l'ensemble de la zone que nous examinons, nous amènent à penser que les surfaces irrigables en submersion contrôlée représentent un pourcentage des alluvions inondables au moins égal à celui du bief nigérien, Siguiri-Sotuba, c'est-à-dire 40 % à 50 %.

Finalement, le Bani et ses affluents représenteraient un potentiel de 90.000 ha de terre aménageable dont il faut déduire les 12.000 ha déjà aménagés, soit **78.000 ha d'extension possible.**

III) Les potentialités de la vallée supérieure lacustre, deltaïque et septentrionale

C'est dans cette zone que se situe de toute évidence les plus importantes potentialités d'irrigation.

A) Le cas du Delta mort.

Le Delta mort est la zone d'action de l'Office du Niger.

Les surfaces d'alluvions non inondables, théoriquement aptes à l'irrigation, y sont considérables et dépassent le million d'hectares à comparer aux 45.000 ha mis en valeur vers 1960 (surfaces réduites depuis lors à 40.000 ha, ce dernier chiffre n'ayant d'ailleurs aucun caractère officiel).

Les cultures actuelles se limiteraient en pratique au riz, le coton ayant été abandonné et la canne à sucre s'étant très peu développée (information n'ayant, là encore, aucun caractère officiel).

Les facteurs limitants du développement des irrigations sont actuellement d'ordre économique et financier.

L'expérience de la mise en valeur du Delta du Niger sous différents régimes politiques et dans diverses conditions techniques et économiques est passionnante, mais ce n'est pas ici le lieu de l'analyser.

L'auteur de la note a admis que les problèmes techniques de cultures irriguées et les problèmes de gestion de ce vaste ensemble agricole trouveraient une solution dans un délai raisonnable, ce

qui permettrait aux irrigations de repartir de l'avant et d'assurer enfin la rentabilisation partielle des ouvrages considérables construits jusqu'ici à fonds perdus.

Des crédits importants pourront vraisemblablement alors être dégagés, notamment par des prêts internationaux, en vue de l'extension des irrigations de riz et de coton sur le Delta mort et le facteur limitant sera le régime hydraulique du fleuve.

On sait que ce régime hydraulique du fleuve ne permet de prélèvements de débits importants pour l'irrigation qu'entre le 15 juin et le 15 janvier.

A Koulikoro, la moyenne mensuelle des débits pour la période 1907-1957 est la suivante, en mètres cubes/seconde :

J	399	J	1.239
F	192	A	3.214
M	100	S	5.284
A	67	O	4.560
M	45	N	2.088
J	361	D	864

Module
1.545 m³/s

Il s'ensuit que la période d'irrigation coïncide, de juin à fin septembre, avec la saison des pluies.

Ecartant le casier autonome de Baguinéda, proche de Bamako, qui bénéficie d'une pluviométrie moyenne de près de 1.100 mm, les casiers de l'Office se situent entre l'isohyète 625 mm sur le fleuve et 500-520 mm au Kouroumari.

Une meilleure connaissance des besoins en eau des cultures de riz et coton a progressivement amenuisé les estimations de surfaces irrigables par le fleuve. La dernière, en 1955, se présentait ainsi avec des modules en tête de réseau de :

— riz : mise en eau : 3 l/ha/s, entretien : 2 l/ha/s.
— cotonnier : 1,3 l/ha/s.
— Perte globale sur l'ensemble du réseau adducteur : 145 m³/s.

Casiers cotonniers, 230.000 ha :

— cotonnier 2/3 de la surface : 92.000 ha/120 m³/s,
— jachère cotonnière 2/3 de la surface : 92.000 ha/0,
— riz vivrier 1/5 de la surface : 46.000 ha/138 m³/s à la mise en eau. 92 m³/s en entretien.

Casiers rizicoles :

— Macina : 55.000 ha
— Kaba et Kouroumari : 1.500 ha

Total : 70.000 ha (210 m³/s à la mise en eau ; 140 m³/s en entretien).

Total :

- mise en eau : 613 m³/s.
- entretien : 497 m³/s.

Cotonnier américain seulement. Semis le 15 juin, irrigation du 15 juin au 15 juillet, végétation avec les pluies du 15 juillet au 15 septembre, irrigation du 15 septembre au 15 janvier.

Riz. Semis et irrigation le 15 juin, arrêt de l'irrigation au 15 octobre.

Le système d'exploitation, assez extensif pour le cotonnier, était le seul qui tenait dans les limites des possibilités de prélèvement sur le débit du fleuve ; encore peut-on craindre son insuffisance en juin, imposant un décalage de 15 jours dans les semis de riz.

Les autres systèmes de culture envisagés jusqu'à présent pour intensifier l'exploitation des terres aménagées, améliorer leur productivité et, par voie de conséquence, la rentabilité des investissements, s'ils ne se heurtaient à des difficultés techniques, ne pourraient, en tout état de cause, être appliqués et généralisés sans une ponction d'eau au fleuve dépassant largement le débit d'étiage, nécessitant un barrage régulateur en amont, d'ailleurs prévu sur le Sankarani de façon à relever le débit d'étiage de 200 m³/s supplémentaires.

Ainsi les possibilités d'extension de l'Office du Niger, plafonnées à 300.000 ha sans le barrage de Sankarani, atteindraient-elles 400.000 ha avec ce barrage (300.000 ha correspondant à un prélèvement de 600 m³/s entre le 15 juin et le 15 octobre, 400.000 ha à un prélèvement de 800 m³/s entre les mêmes dates).

B) Le Delta vif.

La surface des terres inondées dans cette zone atteint 1.800.000 ha. De nombreux casiers de submersion contrôlée fonctionnent déjà et dans d'assez bonnes conditions à l'intérieur de cette immense zone plate où les crues atteignent plusieurs mètres, mais sont plus régulières que dans la Vallée amont.

Ce sont les casiers de Ténenkou, Dioro, Nakry, N'Tobogou, Ké-Macina, Mopti-Sud, Baramandougou, Sarantomo, Karbayé ; d'autres ont fait l'objet d'études très détaillées de la mission FAO comme Tien, Korientzé, Soufouroulayé, etc.

Actuellement, les casiers en service couvrent 35.000 ha et les casiers étudiés en détail, environ 10.000 ha. Mais il est certain que cet ensemble ne représente qu'une petite partie des zones aménageables.

Nous estimons toutefois que le pourcentage des zones potentiellement susceptibles d'être consacrées à la submersion contrôlée est plus faible que dans les vallées moyennes aval du Niger et du Bani. Vers le centre du Delta vif, les vastes étendues couvertes d'eau pendant toute la saison des pluies sont d'un accès très difficile et le resteraient vraisemblablement après aménagement.

Vers l'aval, l'arrivée tardive de la crue ne permet que des riz plus ou moins désaisonnés (exemple de Korientzé), récoltés par bateaux.

Finalement, nous avons admis que le pourcentage des terres aménageables serait de l'ordre de 30 % à 40 %, soit sur l'ensemble du Delta vif, 720.000 ha potentiellement aménageables en rizières sous submersion contrôlée, chiffre correspondant à ceux annoncés par différents auteurs.

C) La zone lacustre.

Cette zone comprend deux parties, une sorte de prolongement du Delta vif à l'aval des lacs Debo et Korientzé et les lacs défluents.

La première zone couvrait approximativement 400.000 ha inondables et la seconde environ 190.000 ha.

Le recensement des surfaces cultivées grâce à l'eau du Niger, dans cette vaste zone est extrêmement difficile, car variable d'une année sur l'autre.

Les zones inondables du secteur central peuvent convenir pour le riz, mais dans des conditions de plus en plus désaisonnées, ce qui entraîne, sous cette latitude, de sérieuses pertes de rendement.

Dans les zones lacustres, nous avons vu (chapitre 1, § 3-C) qu'il était possible de pratiquer des cultures de décrue sur une assez large échelle, mais dans des conditions très variables suivant l'hydraulicité de l'année.

Nous estimons que l'ensemble des cultures de *submersion naturelle (car il n'existe guère de* casiers) et de cultures de décrue, pratiquées sur la frange capillaire oscillent autour de 50.000 ha.

Finalement, si l'on admet la possibilité de récolter le riz en bateau, dans des casiers de submersion contrôlée voués à la culture désaisonnée de cette céréale, on pourrait admettre un pourcentage d'aménagements possibles par rapport aux zones inondables de 10 % à 20 % dans la zone centrale, ce qui représenterait 80.000 ha de potentiel.

Il est beaucoup plus difficile de se faire une idée du potentiel irrigable sur les lacs défluents. Deux méthodes d'aménagement sont, en effet, possibles, l'une consistant à barrer les chenaux reliant le lit mineur du Niger à ces lacs par des ouvrages à vannes qui permettraient de maintenir le plan d'eau autour de la côte, assurant une étendue maximale des terres cultivables en décrue. Il s'agirait donc d'une sorte de submersion contrôlée, particulièrement aléatoire, toutefois, en basses eaux du Niger.

Une autre méthode consiste à ceinturer les lacs par des canaux d'irrigation alimentés par pompage à partir des défluents. Les ouvrages barrant ces *derniers maintiendraient l'eau à un très bas niveau* de façon à ce que les excès de drainage puissent s'éliminer par évaporation dans le fond des cuvettes.

Cette méthode permettrait, en théorie, une maîtrise complète de l'eau, mais risque de se révéler, en pratique, extrêmement coûteuse. Seules des études plus poussées, lac par lac, permettraient de fixer l'importance des surfaces à aménager par l'une ou l'autre méthode.

Nous ne croyons pas, au total, possible de mettre en eau, d'une façon ou l'autre, plus de 30 % de la surface des lacs à plein bord, soit un ordre de grandeur de 57.000 ha.

Il est à noter que, sous ce climat, la culture des légumes, du blé et du coton serait possible, et avec des rendements relativement élevés, si l'on dispose de la maîtrise complète de l'eau.

D) La Vallée septentrionale est-ouest.

Il s'agit d'un bief qui se prête assez mal à un développement des irrigations puisque, malgré la largeur de la zone alluviale, les secteurs inondables *restent limités, notamment à l'aval de Gourma* Pharous. En outre, la population est extrêmement clairsemée et constituée surtout de Touaregs plus éleveurs qu'agriculteurs.

La culture du riz par submersion contrôlée paraît, sous ce climat, tout à fait déconseillée puisque franchement désaisonnée vers une période froide (latitude 17° nord).

L'irrigation pourrait surtout être pratiquée par maîtrise totale de l'eau sur les alluvions non inondables, par pompage à *l'entrée des périmètres et* par écoulement gravitaire ou pompage à la sortie.

Finalement, sur 200.000 ha environ d'alluvions généralement non inondables, il paraît douteux qu'on puisse en irriguer effectivement plus de 10 %, soit 20.000 ha dans des casiers disposant de la maîtrise complète de l'eau.

IV) Potentialités de la vallée supérieure aval

Il est particulièrement difficile d'évaluer les potentialités de cette vallée dont les caractéristiques sont assez variables sur 700 km, depuis Tossaye jusqu'à la frontière nigérianne.

On peut éliminer pratiquement les biefs d'Ansongo, Ayourou et Kirtachi à Boumba où la vallée est encaissée et les populations relativement clairsemées.

Les trois autres biefs (Tossaye-Ansongo, Ayourou-Kirtachi par Niamey et Boumba-Nigeria) représentent environ 130.000 ha d'alluvions non inondables ou de terrasses et 170.000 ha d'alluvions inondables.

Or, si le premier de ces trois biefs (Tossaye-Ansongo par Gao) n'est pas très peuplé et présente des conditions médiocres pour la culture du riz désaisonné, il en est différemment des autres biefs où la population est dense, la culture du riz désaisonnée possible et où les services locaux de l'hydraulique ont déjà procédé à d'assez nombreux aménagements couvrant plusieurs milliers d'hectares de surface géographique.

De ces aménagements, outre le riz que la double crue permet souvent de cultiver deux fois dans l'année, on trouve des légumes, du coton et, probablement, sous quelques années, de la canne à sucre (périmètre de Tillabéri).

On peut admettre, finalement, que les surfaces aménageables se situent dans le bief Tossaye-Ansongo plutôt sur les alluvions non inondables que *sur les alluvions inondables, et pourraient* représenter 20.000 ha au maximum en périmètre disposant de la maîtrise complète de l'eau.

Dans les deux autres biefs où les surfaces inondables seraient de 1.070 km², il est peu probable que les casiers de submersion contrôlée puissent dépasser 30 % de cette surface, soit 32.000 ha environ auxquels il paraît possible d'ajouter d'importantes surfaces cultivées sur des alluvions non inondables par maîtrise complète de l'eau, surfaces équivalentes aux précédentes.

Le potentiel d'irrigation de la Vallée supérieure aval, à l'échéance de l'an 2000, atteindrait ainsi 30.000 ha en submersion contrôlée et 50.000 ha *en maîtrise complète de l'eau (80.000 ha en tout* dont 5.000 ha déjà aménagés.)

Nous n'avons pas fait état de surfaces aménageables sur les affluents rive gauche ou sur les affluents fossiles, surfaces qui ne seraient probablement pas négligeables.

VALIDITE DES ESTIMATIONS PRECEDENTES A L'EGARD DE CERTAINES CONTRAINTES

Il conviendrait de vérifier la validité des estimations précédentes à l'égard de deux contraintes essentielles :

— les possibilités hydrauliques du Niger d'octobre à juillet,

— la capacité maximale de financement de réalisations physiques des aménagements et l'encadrement des agriculteurs par les Etats concernés, tel qu'on peut raisonnablement l'estimer d'ici l'an 2000.

Le respect de la première contrainte a constitué le facteur limitant essentiel qui a permis de fixer les potentialités d'irrigation en maîtrise complète de l'eau sur le Delta mort (Office du Niger).

Nous pensons que la mise en valeur de 300.000-400.000 ha dans ce Delta mort ne gènerait pas la mise en irrigation par maîtrise totale de l'eau des 100.000 ha supplémentaires prevus à l'aval, les prélèvements au profit du Delta mort s'opérant pour l'essentiel en période de hautes eaux.

Toutefois, ce prélèvement pourrait amener, à la fin de l'étiage, vers le 15 juin, une baisse brutale du débit se répercutant ultérieurement dans la Vallée aval.

Nous pensons que cet inconvénient resterait théorique pour diverses raisons : dans la région Niamey, une crue d'origine locale, non influencée par des prélèvements à Sansanding est assurée de toute façon.

Dans la région lacustre et septentrionale, les eaux de crue parviendront plus tôt, en cas d'aménagement d'importantes surfaces en submersion contrôlée, car elles poursuivront leur chemin vers l'aval au lieu de remplir tout le volume des casiers *.

Il est évident, toutefois, qu'au niveau des estimations faites, il conviendrait d'étudier avec soin le nouveau régime de propagation de la crue dans la vallée, par exemple par modèle mathématique.

Quant à la **seconde contrainte**, elle suppose que l'Etat du Mali, premier concerné par ce développement des irrigations, pourrait accroître sa capacité physique de réalisation d'aménagements du niveau actuel (5.000 ha en maîtrise complète et 10.000 ha en submersion contrôlée, chaque année au maximum) jusqu'à 20.000-25.000 ha par an en maîtrise complète et 50.000-60.000 ha par an en submersion contrôlée, d'ici trente ans.

Ces chiffres supposent la mise en place, à raison de 3 ha de terre irriguée par famille en maîtrise complète et de 6 ha par famille en submersion contrôlée, de 18.000 familles de paysans par an, vers l'an 2000 (soit 80.000 ha à 90.000 ha).

Du point de vue démographique, la chose est parfaitement possible. D'ici trente ans, en effet, la population du Mali atteindra vraisemblablement 10.000.000 de personnes s'accroissant à la cadence de 2 % au moins par an, soit 200.000 personnes en plus ; la moitié de ces nouveaux habitants seront des ruraux.

L'estimation de développement des irrigations envisagées consiste à admettre que 80 % à 90 % de ces nouveaux ruraux seraient installés dans les nouvelles zones d'irrigation.

Ceci n'est pas invraisemblable si le Mali poursuit avec persévérance une politique de développement agricole qui lui permettrait par exemple de former chaque année 400 à 500 moniteurs d'agriculture d'ici trente ans (soit un pour cinquante familles mises en place dans les nouveaux périmètres).

Il est impossible, d'autre part, de se livrer à des extrapolations économiques un tant soit peu précises sur la possibilité d'atteindre des rythmes d'équipement hydro-agricole prevus pour un pays comme le Mali, d'ici l'an 2000. Les chiffres suivants fournis à titre purement indicatif laissent cependant penser que les objectifs indiqués ne sont pas hors de portée :

— produit intérieur brut du Mali vers 1970 : 50 $ US par tête ;

— produit intérieur brut par tête concevable sous trente ans (doublement tous les 15 ans) : 200 $ US ;

— produit intérieur brut total pour 10.000.000 d'habitants : 2.000.000.000 de $ US ;

— investissement annuel, 15 % du produit intérieur brut : soit 300.000.000 de $ US ;

— investissement annuel de l'hydraulique agricole vers l'an 2000 :

- 25.000 ha en maîtrise complète de l'eau : soit 50.000.000 de $ US,
- 60.000 ha en submersion contrôlée : soit 24.000.000 de $ US ;

— investissements annexes (routes, rizeries, etc., etc.) sur les aménagements hydro-agricoles considérés : 25.000.000 de $ US ;

— total : 100.000.000 de $ US.

Finalement, il faudrait que le Mali puisse consacrer aux aménagements hydro-agricoles, le tiers de ses investissements annuels fixés eux-mêmes à 15 % du produit intérieur brut.

Théoriquement, un tel effort est concevable. Pratiquement, nous pensons qu'il ne sera à la portée du Mali que sous réserve d'être pris en charge pour une part appréciable (le quart ou le tiers des investissements) par d'importants crédits internationaux.

* Nous ne mentionnons pas les consommations d'eau sur les casiers de submersion contrôlée qui n'opèrent, en fait, aucun prélèvement supplémentaire puisqu'elles se substituent à des évaporations déjà existantes.

TABLEAU DES IRRIGATIONS POTENTIELLES DANS LA VALLÉE SUPÉRIEURE DU NIGER

		Caractéristiques à l'égard de l'irrigation	Surfaces déjà aménagées SC : submersion contrôlée MC : maîtrise complète	Sufaces alluviales inondables Pourcentage d'aménagement possible en submersion contrôlée	Potentiel irrigable maximum
Vallée supérieure *amont* 30.000 ha SC	1. Bief amont	Mauvaises	Infimes	Sans intérêt	
	2. *Bief aval*	*Passables pour* submersion contrôlée	*Très faibles*	100.000 ha 20 - 30 %	30.000 ha SC
Vallée supérieure moyenne 226.000 ha SC	3. Bief Kouroussa-Siguiri	Assez bonnes pour submersion contrôlée	10.000 ha SC	80.000 ha 30 - 40 %	32.000 ha SC
	4. Bief Siguiri-Sotuba	Bonnes pour submersion contrôlée	8.000 ha SC 4.400 ha MC	63.000 ha 40 - 50 %	32.000 ha SC
	5. Bief Sotuba-Kenienkou	Mauvaises	Infimes	Faibles	Infimes
	6. Bief Kenienkou-Sansanding	Excellentes pour submersion contrôlée	10.000 ha SC	120.000 ha 50 - 60 %	72.000 ha SC
	7. Bief Bani	Bonnes pour submersion contrôlée	11.000 ha SC	180.000 ha 40 - 50 %	90.000 ha SC
Vallée supérieure deltaïque - lacustre septentrionale 300.000 ha SC 357.000 ha MC à 477.000 ha MC	Delta mort	Passables pour maîtrise complète de l'eau	40.000 ha MC	Nulle	300.000 ha sans le Sankarani ; 400.000 ha avec le Sankarani
	8. Delta vif	Assez bonnes pour submersion contrôlée	35.000 ha SC + 80.000 ha sub.nat.	1.800.000 ha 30 - 40 %	720.000 ha SC
	9. Bief lacustre	Variables ; possibilité de submersion contrôlée et de maîtrise complète de l'eau, suivant le cas	Très faibles, mais 50.000 ha de décrue ou de submersion naturelle	400.000 ha (fleuve) 10 - 20 % 190.000 ha (lac) 30 %	80.000 ha SC 57.000 ha (submersion contrôlée ou aménagement complet suivant le cas)
	10. *Bief* septentrional	Techniquement assez bonnes ; économiquement et démographiquement médiocres	*Médiocres*	*Notables, mais* 200.000 ha non inondables 10 % irrigables	*20.000 ha MC*
Vallée supérieure aval 50.000 ha MC 30.000 ha SC	11, 12 et 14. Biefs non utilisables Ansongo-Ayourou Kirtachi-Boumba	Mauvaises	Infimes	Infimes	Infimes
	11. Bief utilisable Tossayc-Ansongo	Médiocres	Infimes	*70.000 ha* non utilisables en SC (en pratique)	*20.000 ha MC*
	13, 14 et 15. Biefs utilisables Ayourou-Kirtachi Boumba-frontière	Assez bonnes	5.000 ha SC ou MC, suivant le cas	107.000 ha 30 % + d'importantes surfaces d'alluvion non inondables	30.000 ha SC 30.000 ha MC
			Résumé Maîtrise complète : 427.000 ha (sans le Sankarini) à 537.000 ha (avec le Sankarini) Submersion *contrôlée :* 1.086.000 ha **Total :** 1.530.000 ha 1.630.000 ha		

CONCLUSION

NECESSITE D'ETUDES PRELIMINAIRES ET DE PROGRAMMATION GENERALE

Il faut bien constater que nos connaissances sur le potentiel réel de développement des grandes irrigations dans la Vallée supérieure du Niger (c'est-à-dire, à l'amont de la frontière nord-ouest du Nigeria) sont encore très incertaines.

Les estimations dont la présente note a cru pouvoir faire mention sont données sous toutes réserves ; elles constituent probablement un **plafond des surfaces réellement irrigables** à une échéance de l'ordre de l'année 2000.

La mise en valeur effective de ces surfaces suppose une mobilisation des énergies dans tous les pays intéressés et, en premier lieu, dans la République du Mali qui dispose, et de loin, du principal potentiel.

Mais cette mobilisation des efforts ne peut s'accomplir que dans le cadre d'une programmation générale, **nationale et internationale**, des accords entre pays riverains sur le partage des eaux du Niger pouvant se révéler indispensables dès le milieu ou la fin de cette période.

Or, les bases d'une telle programmation n'existent pas actuellement.

Elles n'existeront qu'après un recensement beaucoup plus précis des potentialités physiques.

Ce travail pourrait être financé, au moins pour l'essentiel, par des organismes internationaux ou interafricains.

Sans entrer dans le détail de sa description, nous indiquerons qu'il pourrait se dérouler en deux phases :

I) **Une phase préliminaire** de « dégrossissage » de la question, destinée à limiter les études plus poussées aux terres réellement irrigables, sous les délais et dans les conditions que nous avons envisagés.

Au cours de cette phase, une interprétation rapide des photographies aériennes, existantes au 1/50.000, de toutes les terres alluviales (inondables et non inondables) de la vallée permettrait d'éliminer un certain nombre de surfaces dont la mise en valeur par irrigation est sûrement exclue d'ici à l'an 2000, à savoir :

a) toutes les terres alluviales non inondées ne bénéficiant pas de caractéristiques visiblement intéressantes pour l'irrigation et dépourvues de têtes mortes ; en pratique, ceci limiterait les terres alluviales intéressantes au Delta mort (Office du Niger) et à quelques poches de la région lacustre et de la Vallée supérieure aval ;

b) toutes les terres alluviales inondées, visiblement inaptes à la mise en valeur irriguée, tels que les lits mineurs des fleuves, bras morts profonds, zones basses très largement ouvertes à l'inondation sur une grande hauteur, dunes intercalées dans les deltas, etc.

Mené sur les 1/50.000 photographiques, complété de sondages rapides et peu nombreux au sol et d'entretiens avec les divers responsables locaux de l'agriculture et de l'hydraulique, ce travail serait présenté sur carte au 1/200.000.

Cette étude pourrait être accomplie en 8 mois à 10 mois pour un coût de 6 centimes français actuels l'hectare. Pourtant, sur environ 6.000.000 d'ha, elle reviendrait donc à 360.000 francs actuels l'hectare ou encore à 75.000 $ US.

II) **Une étude plus détaillée**, portant sur les surfaces non éliminées lors de la première étude, c'est-à-dire sur des surfaces variant entre le dixième et la moitié des 6 millions d'hectares précédents (probablement un ordre de grandeur de un million cinq cents mille hectares).

Cette étude comporterait un calage des aménagements existants, ou déjà étudiés de façon détaillée, sur les photographies au 1/50.000 existantes, ainsi que le report, sur ces mêmes photographies, de tous les points topographiques actuellement connus, avec une bonne précision et repérables sans travaux supplémentaires au sol.

Ce serait le cas, notamment, de toutes les échelles de crue placées dans la vallée du fleuve par la Mission d'aménagement du Niger.

Chaque photographie ferait l'objet d'une interprétation au bureau (mais contrôlée par sondages sur le terrain), faisant ressortir les principaux faciès géomorphologiques et pédologiques et l'occupation des sols (principaux types de culture et de végétation naturelle).

A partir des photographies aériennes ainsi équipées, une équipe procéderait, en liaison avec les responsables locaux, la Mission d'aménagement du Niger et le Comité interafricain d'études hydrauliques, ainsi que les organismes internationaux et interafricains, à une détermination sur chaque photo, des surfaces réellement aménageables.

Le résultat de ces opérations serait présenté à l'échelle du 1/50.000.

Le coût de cette opération se situerait aux environs de 90 centimes français actuels l'hectare, soit une somme de l'ordre de 1.350.000 francs actuels ou encore de l'ordre de 280.000 $ US. Elle pourrait être exécutée sous un délai d'un an, à compter de l'achèvement de l'étude préliminaire et complétée par une esquisse de programmation des travaux à entreprendre et du partage des eaux du Niger, qui pourrait servir de base aux négociations entre les Etats intéressés et de cadre de planification de grande hydraulique à l'échelle nationale.

Nous indiquerons, pour terminer, le degré de précision que comportent, à notre avis, les diverses estimations du potentiel irrigable portées ou suggérées dans cette note. Il s'agit, surtout, quant aux estimations portées dans la présente note, de degrés de précision uniquement indicatifs :

Estimation de la présente note :

— 50 % et + 100 %.

Estimation fournie à l'issue de l'étude préliminaire suggérée dans la présente conclusion :

— 30 % et + 30 %.

Estimation fournie à l'issue de la seconde phase d'études suggérées dans la présente conclusion :

— 15 % et + 15 %.