

(5) Faculté d'agronomie de l'Université de Niamey

L'Université de Niamey est l'unique université générale du Niger, et sa section agriculture collabore avec d'autres organismes de recherche.

Principalement, on y effectue des recherches sur la désertification du sol, et des études fondamentales relatives au climat chaud.

4.6.2 Organismes de Vulgarisation Agricole

(1) Services de vulgarisation du Ministère de l'agriculture et de l'environnement

Comme l'indique l'Annexe 4.6.2-1, ces services dépendent du Ministère de l'agriculture et de l'environnement, et des services ont été établis au niveau de l'arrondissement, des bureaux au niveau cantonal et des responsables au niveau des villages en vue de la vulgarisation des techniques agricoles, la lutte contre la propagation des maladies végétales, et la collecte et l'études des données statistiques. Par exemple, le bureau agricole de l'arrondissement de Gaya compte 11 techniciens, le directeur y compris, et ses membres, sauf le directeur et le directeur adjoint, sont chargés de la vulgarisation, de la lutte contre la propagation des maladies végétales ou des études statistiques. 6 d'entre eux sont délégués dans les 5 bureaux cantonaux (2 dans le canton de Gaya), et en sont responsables. En dessous d'eux, il y a des brigades de 25 hommes responsables de villages et hameaux, une brigade s'occupant de 3 ou 4 villages ou hameaux. Ces brigades se composent d'agriculteurs ayant suivi une formation spéciale.

(2) Office national des aménagements hydro-agricoles (ONAHA)

L'ONAHA est un organisme public ayant été libéré de la tutelle financière de l'Etat nigérien par décret en 1978, établi en 1979 en vue de 1) l'exécution des travaux d'aménagement hydro-agricoles 2) direction et gestion des aménagements hydro-agricoles mis en place

et la vulgarisation technique de ces méthodes d'irrigation auprès des agriculteurs.

L'ONAHA est confronté à de graves problèmes financiers, et en considérant cette situation et l'orientation agricole actuelle, un décret a été mis en vigueur en 1986, qui a révisé les objectifs de l'ONAHA du point de vue de l'auto-gestion des aménagements hydro-agricoles par les coopératives agricoles, de développement agricole et d'irrigation.

- 1) Exécution des aménagements hydro-agricoles et des projets de développement agricole
- 2) Assistance et services aux coopératives hydro-agricoles en vue de la direction, la gestion et l'entretien des ouvrages hydro-agricoles et orientation des agriculteurs sur les techniques agricoles
- 3) Projets et exécution de la réhabilitation des ouvrages hydro-agricoles
- 4) En collaboration avec l'Institut national de recherches agronomiques du Niger (INRAN), recherches de développement des techniques agricoles et de l'agriculture et activités de vulgarisation des techniques agricoles en vue de la réalisation d'une production idéale.

Dans cette orientation, l'ONAHA s'occupe principalement 1) de la réhabilitation des ouvrages hydro-agricoles que de l'exécution de nouveaux ouvrages; 2) encouragement des transferts technologiques aux coopératives afin qu'elles soient capables d'autogérer les ouvrages hydro-agricoles; 3) propagation des techniques de production hydro-agricoles, en particulier de la culture du riz irrigué. D'autre part, l'ONAHA s'occupe de la direction, gestion et de l'entretien des ouvrages hydro-agricoles principaux jusqu'à ce que les coopératives agricoles puissent les autogérer, et s'occupe des services d'entretien des ouvrages locaux à la demande des coopératives.

L'ONAHA, comme il est dit au paragraphe 4.4.1, se compose d'un siège et de 5 bureaux locaux (6 avec celui de Gaya qui sera bientôt achevé). Le siège se compose de 4 sections: administration et finances, aménagement des ouvrages, matériel et mise en valeur. L'organisation de chaque section est actuellement (septembre 1988) en cours de remaniement, et la section Développement qui s'occupe de la vulgarisation se compose actuellement des 6 services suivants: 1) formation, 2) mise en valeur, 3) enquête, 4) orientation et vulgarisation, 5) expérimentation et production des semences, 6) crédit agricole et mécanisation (voir l'Annexe 4.6.2-2). L'ONAHA distribue également les semences (riz) de variétés améliorées qu'elle produit.

Son personnel a été réduit à 283 personnes (septembre 1988), dont 195 techniciens. Son niveau technique a été amélioré par l'exécution des ouvrages hydro-agricoles de Namari-Goungou (achevés en mars 1983) financé par l'IDA et le KFW.

Du point de vue technique, l'ONAHA est sous tutelle du Ministère de l'agriculture et de l'environnement. Du point de vue gestion, il dépend du Ministère de la tutelle des Etablissements publics, société d'Etat et Société d'économie mixte. Il est dirigé par un directeur et comprend un conseil d'administration composé des membres désignés par les deux ministères.

La surface irriguée gérée par l'ONAHA est de 10.800 ha (1987), et 40 coopératives agricoles ont été créées dessus. Et 27 coopératives s'occupent uniquement de la culture du riz, et la surface irriguée qu'elles gèrent est de 6.397 ha. Dont 5.722 ha dans le bassin du fleuve Niger, ce qui en représente environ 90% (voir l'Annexe 4.6.2-3).

(3) Service de vulgarisation du Ministère des ressources animales

Le Ministère des ressources animales possède des services et bureaux aux niveaux du département et de l'arrondissement. Les employés délégués par les bureaux d'arrondissement sont envoyés sur

place pour s'occuper principalement de la lutte contre la propagation des maladies végétales, pour vulgariser les connaissances sur les pesticides parmi les agriculteurs et les orienter en faisant des tournées.

4.6.3 Approvisionnement en Matériel et Equipements Agricoles

(1) Centrale d'approvisionnement (CA)

La CA recevait d'importantes subventions de l'Etat, et s'occupe uniformément de la fourniture et de l'importation de machines agricoles, d'engrais et de pesticides. Mais l'Etat a échoué dans sa tentative d'intervention dans la circulation des équipements et matériels de production agricoles de la CA, et depuis 1983, les subventions pour les machines et matériels agricoles ont été supprimées pour stimuler les programmes de remaniement structurels et les projets de réaménagement financiers, et les mesures de libéralisation importantes ont été prises. C'est pourquoi la CA s'occupe des machines et matériels agricoles et de leur fourniture à prix fixe. Les importations elles, ont été confiées à des sociétés d'importation autorisées.

Le marché des machines et matériels agricoles a été libéralisé, et sur ce marché libre, les agriculteurs et les coopératives agricoles peuvent s'équiper conformément aux principes économiques.

A ce propos, si on compare dans le cas des engrais le prix fixé et celui du marché libre, comme le montre l'Annexe 4.6.3-1, on remarque une différence considérable. Les engrais sont fournis par la CA par l'intermédiaire des coopératives agricoles, et l'utilisation des engrais est inférieure à 10 kg/ha (voir la situation de l'agriculture, Chapitre 2 du projet quinquennal de développement de l'économie sociale), et la CA fait des efforts afin de réduire davantage le prix fixé et d'assurer un approvisionnement stable. Les Annexes 4.6.3-2 et 4.6.3-3 montrent le volume de l'aide en engrais fournis récemment et l'évolution du volume d'engrais utilisé.

4.6.4 Etablissements de Traitement Après Récolte

(1) Riz du Niger (RINI)

Au Niger, le RINI a le monopole du blanchiment du riz, et il n'existe pas de stations de blanchiment privées. Comme l'indique l'Annexe 4.6.4-1, les usines de blanchiment du RINI se trouvent à Niamey, Tillabery, Kollo, et leur capacité de traitement est de 20.000 tonnes, et leur capacité d'emmagasinnage de 9.000 tonnes. Les usines de blanchiment de Niamey et de Kollo fonctionnent à plein rendement, et la nouvelle usine de Tillabery fera de même bientôt. Le RINI prévoit d'augmenter sa capacité de traitement pour l'amener à 54.000 t (50.000 t produits par les rizières irriguées modernes et les 4.000 t de la production actuelle). Mais ce projet d'agrandissement ne tient pas compte du riz paddy qui sera produit dans la zone du projet. Et l'usine de Kollo, la plus proche de ladite zone, vieillie, sera fermée dans deux ans, et la construction d'une nouvelle usine moderne est prévue près de Niamey.

(2) Société nigérienne de commercialisation de l'arachide (SONARA)

L'arachide a été le produit agricole d'exportation le plus important du Niger très longtemps, avant d'être détrôné par l'uranium. La SONARA a été fondée en 1962 pour s'occuper de l'exportation de l'arachide et de l'huile d'arachide; à partir de 1976, le commerce du niébé a été repris de l'Office des produits vivriers du Niger (OPVN), et actuellement la SONARA s'occupe de l'arachide et du niébé. Elle possède une usine de transformation en huile d'une capacité de 45.000 t.

(3) Divers

Leur nombre est incertain, mais il existe au Niger un certain nombre de minoteries privées à mil, sorgho, etc. Selon les données du Ministère du Commerce et de l'Industrie et de l'Industrie domestique, le nombre de meules importées après obtention d'une autorisation d'importation en due forme augmente tous les ans, et

ses 3 dernières années 127 meules ont été ainsi importées (20 en 1985/86, 49 en 1986/87 et 58 en 1987/88). Et ce Ministère estime le nombre de meules importées sans autorisation à 3 fois le nombre de ceux précités. Dans la zone du projet, il existe dans les grands villages quelque 4 minoteries possédant chacune 3 à 4 meules à moteur diesel d'une capacité de 2,4 t/jour.

4.6.5 Commercialisation des Produits Agricoles

(1) Office des produits vivriers du Niger (OPVN)

L'OPVN, organisme public nigérien, a été fondé en 1970 afin de stabiliser le prix des produits alimentaires de base de la population que sont le mil, le sorgho, le riz, etc. pour stabiliser l'approvisionnement et assurer les réserves pour les cas d'urgence, en contrôlant la circulation des produits vivriers.

Mais le gouvernement a considéré que l'OPVN ne remplissait pas cette tâche de manière satisfaisante, et depuis sa campagne 1984/85 de redressement financier de l'Etat, tout en stimulant la circulation des biens de consommation, l'Etat a totalement supprimé l'interférence de l'OPVN dans la commercialisation des céréales, et a libéralisé leur commercialisation.

Ainsi, le prix fixe à la production des céréales et le prix fixe à la consommation sont définis tous les ans, et producteurs et consommateurs échangent les céréales aux prix fixés, ou au prix des marchés libres, ce qui fait que les transactions libres ont été confiées aux producteurs et consommateurs.

Les opérations d'importation de l'OPVN ont été abolies, et elles sont maintenant le monopoles de sociétés d'importation autorisées par l'Etat. Mais les opérations concernant les céréales données au Niger par des pays qui lui offrent cette aide en nature sont toujours du ressort de l'OPVN, et en vue de se doter de réserves de céréales pour les cas d'urgence (on estime qu'une réserve minimale équivalente au volume nécessaire pour 3 à 4 mois est nécessaire) ou

pour les distribuer aux consommateurs au prix fixé, l'OPVN dispose d'un espace d'entreposage pour 158.600 t de céréales (voir l'Annexe 4.6.5-1).

(2) RINI (Société Riz du Niger)

Les paysans sont tout à fait libres d'utiliser les riz de leur production. Ils peuvent le vendre aux commerçants (sociétés de collecte locales) ou passer par les coopératives agricoles et être payés au prix fixe à la production, ou bien ils peuvent payer la redevance aux coopératives en vue de la production de riz (gestion et entretien des ouvrages hydro-agricoles, prix des semences, frais de préparation de pépinières communes, frais d'engrais, etc.) en liquide, ou bien s'acquitter en riz.

En général, les agriculteurs qui produisent du riz sur les périmètres des aménagements hydro-agricoles divisent leur production en 3 parts égales: 1/3 pour la consommation familiale, 1/3 pour le commerce (marché libre) et 1/3 pour la coopérative agricole. Selon les données de l'ONAHA (voir l'Annexe 4.6.5-2), dans les zones ayant bénéficié de l'aménagement hydro-agricole du bassin du fleuve Niger, 6.850 tonnes (30%) des 22.720 t de riz récolté pendant la saison humide en 1986 ont été vendus au RINI par l'intermédiaire des coopératives.

Le RINI paie aux coopératives 5 F CFA de frais de collecte par kg (au Coop. 3 F CFA/kg, et à l'UNC 2 F CFA/kg), l'achète au prix fixe à la production aux agriculteurs, et le blanchit dans ses usines de blanchiment. Les frais de transport depuis les coopératives aux usines de blanchiment sont de 3 F CFA/kg. Le RINI revend le riz blanchi aux détaillants en ajoutant au prix fixe à la production ses frais de blanchiment et des frais intermédiaires. Il revend également son riz directement aux consommateurs dans les centres de vente directe. Les Annexes 4.6.5-3 et 4.6.5-4 montrent les volumes achetés, prix fixe à l'achat et les volumes vendus, prix fixe à la vente du RINI de ces 5 dernières années.

Ces 5 dernières années, le RINI n'a vendu à l'OPVN qu'en 1987/88, et seulement 1.000 t parmi ses 7.824 t vendus.

Comme indiqué au paragraphe 2.2, actuellement, le volume de riz consommé est d'environ 80.000 tonnes. D'autre part, la moyenne de riz fourni dans les années 1986/87 et 1987/88 est d'un total d'environ 15.000 tonnes, dont environ 10.000 tonnes par le RINI (voir l'Annexe 4.6.5-4) et environ 5.000 t provenant de l'aide (voir l'Annexe 2.2-7). Il n'y a pas de données statistiques sur le volume vendu aux commerçants par les agriculteurs, mais on dit que le tiers du riz produit est vendu aux commerçants, soit autant qu'au RINI, serait d'environ 10.000 t. Et d'après les registres statistiques agricoles, la production moyenne de riz ces deux dernières années était de 68.000 t, et si 1/3 est passé dans les mains des commerçants, cela ferait environ 14.000 t de riz blanchi. On estime donc que les commerçants reçoivent de 10.000 à 14.000 t de riz, et le volume de riz manquant est estimé à 55.000 à 51.000 t. Ce manque est comblé par les importations de riz faites par les sociétés d'importation, et comme l'indique le paragraphe 2.2, les importations de riz du Ministère de l'agriculture et de l'environnement ont dépassé les 50.000 t en 1985/86. De toute façon, on estime que le volume de riz importé récemment est d'environ 50.000 t, et l'on pense que la commercialisation de cette grande quantité de riz d'importation a une influence considérable sur l'établissement du prix de gros sur le marché libre. Il est donc souhaitable que le RINI renforce, modernise et rationalise ses structures.

L'Annexe 4.6.5-8 présente la position du RINI dans le système de commercialisation du riz sous forme d'illustration. Et les Annexes 4.6.5-5, 4.6.5-6 et 4.6.5-7 montrent l'évolution du prix fixe à la production et du prix de vente au détail sur les marchés libres du riz.

4.6.6 Organisation des Agriculteurs

L'Annexe 4.6.2-1 présente les relations entre les organisations administratives régionales et les organisations des agriculteurs. Et les organisations de soutien intermédiaires entre les organisations centrales et locales des agriculteurs sont comme indiquées au paragraphe 4.6.5. Nous voudrions aborder ici l'organisation et la direction des coopératives agricoles qui sont en relation directe avec les agriculteurs.

Les coopératives agricoles se composent de conseils de développement (CD) et de conseils de gestion (CG), et l'organisation subalterne est un groupement mutualiste de production (GMP) pour 50 ha, et chaque groupe élit quelques représentants qui le dirigent.

Le conseil de développement se compose de membres administratifs CD (3 personnes) de membres GMP (10) et de représentants de l'ONAHA, qui se mettent d'accord sur les réparations aux ouvrages, l'entretien, le roulement de la distribution de l'eau, les orientations à prendre, etc.

Le conseil de gestion se compose du service CD, du bureau GMP, et de quelques membres importants du bureau de l'ONAHA, et s'occupe de la gestion (achats, ventes, comptabilité, autres).

Les coopératives agricoles s'occupent de la gestion des ouvrages (stations de pompage, vannes de distribution des eaux), des orientations (vulgarisation des méthodes de culture), de l'achat des produits, des engrais et des pesticides, et des ventes. Une partie des coopératives s'occupe également de la vente des produits de consommation courante (produits alimentaires, articles divers, vêtements, etc.).

Le fonds de roulement des coopératives est assuré en riz par les agriculteurs bénéficiaires (voir l'Annexe 4.6.6-1).

4.7 Infrastructure Sociale

4.7.1 Eau d'Utilisation Courante

(1) Utilisation de l'eau du fleuve Niger pour les besoins quotidiens

Seule la ville de Niamey utilise l'eau du fleuve Niger de manière très organisée. Les autres communes le long du fleuve creusent des puits pour assurer leur alimentation en eau. Les villes importantes distribuent de l'eau depuis des châteaux d'eau à l'aide de pompes. Les habitants vont également puiser l'eau au puits avec des seaux. Cependant, les habitants du bord du fleuve semblent avoir du mal à s'habituer à l'eau des puits à cause de son goût. Il semble donc que ce soit surtout les habitants des villages qui s'alimentent directement au fleuve, mais il n'y a pas de chiffres précis à ce sujet. D'autre part, pour des raisons d'hygiène, l'Etat souhaite généraliser l'usage de l'eau des puits.

La ville de Niamey compte deux stations d'épuration, l'une à Yantala, à 1 km environ en amont du pont Kennedy, et l'autre à Goudel, à environ 2,5 km de la ville. Le tableau 4.7.1-1 indique le volume traité.

Tableau 4.7.1-1 Volume Traité par les Stations de Filtrage

Désignation	Ordinaire (m3/jour)	Maximum (m3/jour)
Yantala	22.000	26.000
Goudel	22.000	33.000

Il est prévu d'augmenter la capacité de traitement de ces deux stations pour atteindre en 1992 une capacité maximale de 33.000 m3/jour à Yantala et de 121.000 m3/jour à Goudel en l'an 2000. Ce qui permet de dire que le volume maximum pompé directement au fleuve sera de 1,8 m3/sec. en l'an 2000.

Le batardeau situé à environ 300 m en amont de la station d'épuration de Goudel en construction actuellement, distribuera un volume d'eau constant même durant la période d'étiage de mai-juin. Mais si le Niger conserve son flux de ses dernières années, le débit pourrait être nul en aval du batardeau.

(2) Eau utilisée pour la vie quotidienne dans la zone du projet

On a constaté que la grande majorité de la population locale utilisait l'eau du Niger, car les villages sont sis le long du fleuve. Les Annexes 4.4.3-1 et 4.7.1-1 présentent la situation des villages possédant des puits, et indiquent que près de la moitié des villages ne disposent d'aucun puits; et quand il y en a un, il ne s'agit pas d'un puits moderne à rebord bétonné. Si l'on considère que quelques 250 personnes utilisent un puits pour leur alimentation en eau potable (plan quinquennal 1987-1991), il y a beaucoup de villages où un puits moderne ne suffirait pas à satisfaire les besoins des habitants.

D'après l'enquête effectuée sur place, il y a des villageois qui ajoutent du chlore à l'eau puisée au fleuve, mais beaucoup la boivent telle quelle sans aucun traitement. Et cette utilisation sans traitement de l'eau du fleuve constitue vraiment un problème à résoudre si l'on pense à l'eau trouble de la saison des pluies (juin-septembre).

4.7.2 Routes

Une route recouverte de latérite d'une largeur de 7,0 m longe la zone du projet sur 3 à 6 km en direction du nord-est. Cette route de 175 km part de la ville de Gaya et se dirige vers le nord-ouest jusqu'à Falmei, et rejoint la nationale 1 qui va vers le nord à Margou.

La nationale 7 se dirige vers la frontière du Bénin en passant de Dosso à Gaya. La nationale 7 est une route recouverte d'asphalte d'une largeur de 6,0 à 7,0 m, et d'une longueur de 155 km. Partant du port de Cotonou au Bénin, passant par le terminus de la ligne de chemin de fer

Bénin-Niger de Parakou, elle passe par Gaya, et rejoint la nationale 1 qui passe par Dosso. Il s'agit de l'une des voies de transport les plus importantes du Niger.

La nationale 1 part de la capitale Niamey, passe par Tillabery à l'ouest, traverse la frontière malienne; à l'ouest, elle passe par tous les chef-lieux, Dosso, Maradi, Zinder et Diffa, c'est une artère de communication d'orientation est-ouest qui va vers la frontière tchadienne. De 6,0 à 7 m de large, d'une longueur de 1.840 km, elle est entièrement recouverte d'asphalte sauf sur une partie aux frontières malienne et tchadienne. Voir le réseau routier Niamey-Dosso-Tahoua Ouest de la figure de l'Annexe 4.7.2-1 en référence.

Les routes qui vont de la route en latérite reliant Gaya-Falmey-Margou à la zone du projet sont toutes des chemins de terre dits "pistes" permettant le passages des voitures. Ces pistes ne posent pas de problème en saison sèche, mais elles sont inondées en de nombreux points durant la saison des pluies et souvent impraticables alors. La distance de la route jusqu'au fleuve Niger dans la zone du projet est de 5 à 10 km.

Et depuis Niamey, il faut environ 3 heures et demie en passant par Dosso et Gaya pour atteindre ladite zone et 2 heures et demie en passant par Margou et Falmey.

4.7.3 Electricité

La mise en service et la distribution de l'électricité au Niger sont sous le monopole de la NIGELEC. Mais une grande partie de l'électricité provient du Nigéria voisin.

La signature en 1976 du contrat avec le NEPA (Nigeria Electric Power Authority) a permis la pose de câbles électriques entre Birnin Kebbi et Niamey. L'énergie contractuelle est de 40 MW (voir l'Annexe 4.7.3-1).

Cette énergie arrive à Niamey, d'où elle est distribuée à Tillabery, Say, Kollo, etc. pour l'alimentation en électricité des villes et des

installations des zones irriguées.

Les chefs-lieux d'arrondissement et les préfectures qui ne sont pas électrifiés disposent de groupes électrogènes pour satisfaire leurs besoins.

D'autre part, un projet d'aménagement du réseau est en cours de réalisation pour approvisionner la partie est du pays, celle le long de la route nationale 1 entre Maradi et Zinder, qui profitera d'un câble en provenance de Katsina, Nigéria.

Dans la zone du projet, seule la ville de Gaya est électrifiée par une station électrique de la NIGELEC. Cette station comprend 3 groupes électrogènes diesels de 115 kVA, 95 KVA, 170 KVA. Les groupes de 115 et 95 KVA peuvent être reliés pour produire une énergie maximale de 210 KVA. L'autre sert en cas d'urgence. Le tableau 4.7.3-1 indique les crêtes de ces dernières années. Il montre que la consommation a considérablement augmenté ces dernières années, et qu'il y a des projets d'agrandissement de l'installation. Malheureusement, la zone du projet étant située à entre 20 et 50 km de Gaya, son électrification immédiate s'avère impossible.

Tableau 4.7.3-1 Evolution des Crêtes (MW)

1985	1986	1987	1988
0,077	0,093	0,130	0,262

4.7.4 Santé et Hygiène

Le tableau 4.7.4-1 montre les installations médicales du Niger.

Un malade sera normalement emmené dans un dispensaire, et si son état demande des soins plus intensifs, il sera envoyé à un établissement mieux équipé. L'hôpital est le noyau du réseau médical de chaque département.

En cas de nécessité, un infirmier sera délégué gratuitement auprès d'un malade pendant 15 jours.

Généralement, un dispensaire est prévu pour une population de 10.000 habitants, mais dans les régions isolées du point de vue géographique, il y a des cas où cette norme n'est pas respectée. Les consultations et le traitement médical sont gratuits.

La présente enquête a permis de constater qu'il existe des dispensaires dans les villes d'Ouna et de Tenda, qu'il y a 1 à 2 infirmiers et 1 à 2 sages-femmes dans les villages relativement grands.

Tableau 4.7.4-1 Dispensaires et Leur Nombre

Installation	Lieu	Nombre
Hôpital Public	Niamey, Zinder	2
Hôpital	Autres Chefs-lieux de Département	5
Dispensaire Central	Chefs-lieux d'Arrondissement	39
Dispensaire	Chaque Ville et Village	214
Equipe Sanitaire	Villages de 500 à 1.000 Habitants	-

4.7.5 Education

L'Annexe 4.7.5-1 montre le système éducatif nigérien. Les villages disposent seulement d'écoles primaires, les écoles secondaires se trouvant dans les chefs-lieux d'arrondissement ou relativement importantes, les écoles supérieures dans la capitale ou dans les préfectures de département ou d'autres villes désignées.

Pour ce qui est de la zone du projet, il y a 45 écoles primaires et des écoles secondaires à Gaya, 4 écoles primaires dans l'arrondissement de Gaya, et 2 dans celui de Dosso. Le tableau 4.7.5-2 en donne un aperçu.

Au Niger, le nombre d'élèves par classe va de 20 à 40 pour les écoles primaires. Dans la zone objet, la plupart des classes ont des élèves en surnombre. Dans les années à venir, il faudra augmenter le nombre des classes à Alabarkaize, Monboy Tounga, Sanafina. (Au Niger, pour accueillir tous les élèves des 6 années d'études primaires, il faut au moins 3 classes par école.)

La zone du projet accuse un retard sur le plan éducatif: avant 1984 il n'y avait qu'une seule école primaire dans la zone, à Ouna au bord du fleuve, ce qui fait que l'éducation n'est pas très répandue.

De leur côté, les écoles font des efforts pour assurer un enseignement pratique afin que les enfants veuillent bien y rester. D'autre part, le nombre des enfants fréquentant les écoles secondaires de Gaya n'est que de 450, soit 50% seulement d'enfants poursuivant leurs études.

Après les études secondaires, il faut passer un concours pour entrer dans les écoles supérieures, parmi lesquelles le département agriculture de l'Université de Niamey, et l'école agricole de Kollo se consacrent à l'enseignement agricole.

4.7.6 Communication

Actuellement, il n'existe aucun moyen de communication dans la zone d'Ouna-Kouanza. Il faut aller à Gaya si on veut utiliser le réseau.

Le réseau de communication Gaya-Dosso-Niamey est indiqué dans l'Annexe 4.7.6-1. Le nombre des circuits téléphoniques entre Dosso et Gaya sera porté à 24 en 1988.

En ce qui concerne la poste, il faut même se rendre à Gaya pour envoyer ou prendre son courrier. Il y a des villages qui ont nommé un responsable du courrier, qui ramasse le courrier une fois par mois et l'emporte à Gaya.

4.8 Projets de Développement Agricoles Similaires

Les Annexes 4.8-1 et 4.8-2 indiquent les projets achevés, les travaux en cours et les projets à l'étude centrés sur le fleuve Niger.

33 périmètres d'une superficie totale de 6.905 ha ont déjà été achevés.

Comme l'indiquent les annexes précitées, le premier projet a été mis en oeuvre à Tillabery vers 1955, et à partir de 1970, le développement s'est accéléré, et avec les plans de développement quinquennaux, le développement a pris de l'ampleur.

Les projets en cours sont ceux de Kourari Barria (750 ha) et le projet d'extention de Say (100 ha).

Les projets à l'étude concernent 13 périmètres d'un total de 18.348 ha, et l'un d'entre eux est celui d'Ouna-Kouanza (voir les Annexes 4.8-3 et 4.8-4).

Des organismes d'aide ont exécuté seuls des projets similaires de développement, mais l'ONAHA (Office national des aménagements hydro-agricoles) a participé à presque tous. L'ONAHA a participé à environ 75% des projets achevés précités. Actuellement, le grand projet de

Kourani-Baria est en cours de réalisation. Là encore, l'ONAHA ne soutient pas seulement les travaux d'exécution, mais s'occupe également de la gestion de l'entretien. Voir le paragraphe 4.6.2 pour l'organisation et la direction de l'ONAHA.

CHAPITRE 5 POINTS PRINCIPAUX DU PROJET

CHAPITRE 5 POINTS PRINCIPAUX DU PROJET

5.1 Généralités du Projet de Développement

La zone du projet est inondée quand le fleuve Niger est en crue, et la construction d'une digue le long du fleuve permettra d'éviter cette situation.

Les terrains de ladite zone seront transformés en rizières, des canaux d'irrigation et de drainage, et des chemins seront aménagés. Chaque secteur sera divisé en parcelles de 0,5 ha.

L'eau sera amenée par pompage ou par gravité naturelle du fleuve Niger pour permettre une double récolte par an.

On prévoit également d'utiliser la partie marécageuse (cours ancien du fleuve) pour la pisciculture, de boiser les terrains restants et le long de pistes, et de transformer en pâturages les terrains en hauteur impossibles à irriguer.

Et il est également prévu de créer une piste d'accès traversant la digue jusqu'à l'île de Lete qui servira de lieu de pâturage.

Pour ne pas avoir de problème de gestion, on prévoit la création d'un bureau, de logements, d'un entrepôt et d'un puits comme pour les autres périmètres aménagés.

On créera une rizière-modèle, et donnera la formation nécessaire aux agriculteurs afin d'améliorer les variétés et la récolte des semences.

Les agriculteurs de la zone du projet recevront une parcelle de 0,5 à 1,0 ha par famille, et l'on essaiera de passer de l'agriculture extensive traditionnelle à l'agriculture intensive moderne. Cela permettra à la fois une augmentation du niveau de vie des paysans et également de contribuer à l'auto-suffisance alimentaire du pays.

Les principaux travaux effectués dans chaque secteur figureront dans le rapport final.

5.2 Projet de Développement Agricole

5.2.1 Projet d'utilisation des Terres

Le terrain aménagé pour un total de 3.313 ha comprendra 2.180 ha de rizières, 878 ha d'herbages et pâturages et 255 ha de terrains bas et humides. A l'exception des 408 ha non adaptés à la culture du riz d'après la classification des sols, 2.905 ha seront transformés en rizières.

Et cette superficie, à l'exception des espaces réservés aux digues, canaux, pistes, plantations brise-vent, pâturages, etc. sera irriguée en vue d'une double récolte annuelle de riz.

L'altitude des différents secteurs est la suivante:

<u>Secteur</u>	<u>Altitude (m)</u>
Z-1	160,4 à 162,3
Z-2	159,5 à 161,5
Z-3	159,2 à 161,2
Z-4	160,0 à 161,5
Z-5	160,0 à 161,0
Z-6	159,0 à 161,3
Z-7	158,0 à 160,0

Le Tableau 5.2.1-1 indique la superficie à irriguer de chaque secteur, et la zone du projet se divise comme suit:

Superficie totale de la zone	3.888 ha
• Terrains non adaptés à l'irrigation	
Terrains arbustifs, marécages, lieux d'habitation, pistes	575 ha
Terrains à sol non adapté, plateaux	408 ha
Total	983 ha

• Terrain adapté à la culture irriguée	2.905 ha
(1) Digues	181 ha
(2) Canaux, pistes	146 ha
Divers (5%)	
(3) Brise-vent (1%)	29 ha *
(4) Herbages (2%)	58 ha
(5) Surface à irriguer	2.491 ha

* Le boisement s'effectuera sur un total de 100 ha, dont 71 ha de terrain non irrigable seront adaptés à l'irrigation.

Tableau 5.2.1-1 Tableau en Détail de la Superficie à Aménager

(Unité: ha)

Nom de Secteur	Superficie Correspondante (1)	Terrain Inadapté à l'Irrigation (2)	Terrain Adapté à l'Irrigation (3)=(1)-(2)	Superficie Consacrée à l'Endiguement (4)	Canaux d'Irrigation et de Drainage Piste, Bisement, Pâturage (5)=(3) x 8%	Terrain à l'Irrigation (6)=(3)-(4)-(5)
Z-1	194	65	129	27	10	92
Z-2	189	26	163	15	13	135
Z-3	677	82	595	37	48	510
Z-4	1.052	267	785	35	63	687
Z-5	430	205	225	11	18	196
Z-6	874	226	648	27	52	569
Z-7	472	112	360	29	29	302
Total	3.888	983	2.905	181	233	2.491

5.2.2 Projet de Production Agricole

La surface convenant à la culture du riz établie dans le plan d'utilisation des terres est d'environ 2.905 ha, et en excluant les digues et canaux d'irrigation, la surface sera d'environ 2.500 ha. Cette superficie sera entièrement utilisée pour des rizières, et fournira une double récolte par an. Les raisons sont les suivantes:

- Les champs s'effritent si on les cultive en continu, mais ce n'est pas le cas des rizières. Cependant, si on cultive sans laisser la terre au repos, les parasites et maladies deviennent plus fréquents.
- La productivité du riz (4 à 5 t/ha) est plus forte que celle des autres céréales (mil, sorgho, etc.)(2 à 3 t/ha). Parmi les sols adaptés à la culture du riz, il y a beaucoup de sols argileux, et comme beaucoup rendent le drainage difficile, ils ne peuvent pas être utilisés comme champs.
- Les champs connaissent le phénomène d'oxydation, et les matières organiques se décomposent facilement. Par contre, les rizières maintiennent longtemps leur état de réduction, la décomposition des matières organiques est lente, et elles s'accumulent. Par conséquent, elles contribuent à fortifier le sol et à sa conservation.

Pour ce qui est de la possibilité de faire deux récoltes, à observer les zones déjà irriguées, il y a suffisamment d'eau, et si l'on prévoit des périodes de repos pour éviter les dégâts provoqués par les parasites et maladies, on estime qu'il n'y aura pas d'obstacle à une double récolte.

(1) Calendrier agricole

Si l'on continue à cultiver le riz pendant des années sans laisser les terres au repos, on peut prévoir que le nombre des parasites augmentera au fil des années, et que la production diminuera. Pour éviter cela, il y a la méthode par pulvérisation d'insecticides et la méthode écologique. En cas de pulvérisation d'insecticides, des microbes et parasites d'un type nouveau résistant à ces produits apparaîtront et il est possible qu'on ne puisse plus s'en

débarrasser. Pour cela, on prévoit d'éliminer les parasites de manière écologique, une manière à la fois économique et sûre, pour éviter toute apparition en nombre de parasites. On fixera une période pendant laquelle on ne cultivera pas du tout de riz, ce qui limitera la vermine en éliminant leur véhicule. Le moment et la durée idéaux pour cette période de non-culture du riz, en tenant compte du mode de vie des parasites tels que la mouche blanche et *plutella xylostella*, sera à la saison sèche, quand les mauvaises herbes sont fanées. Mais, si l'on considère que le fleuve Niger est en période de basses eaux en mai-juin, on pourra mettre en place les 3 modèles du calendrier agricole A, B et C. C'est ce que montre la Figure 5.2.2-1.

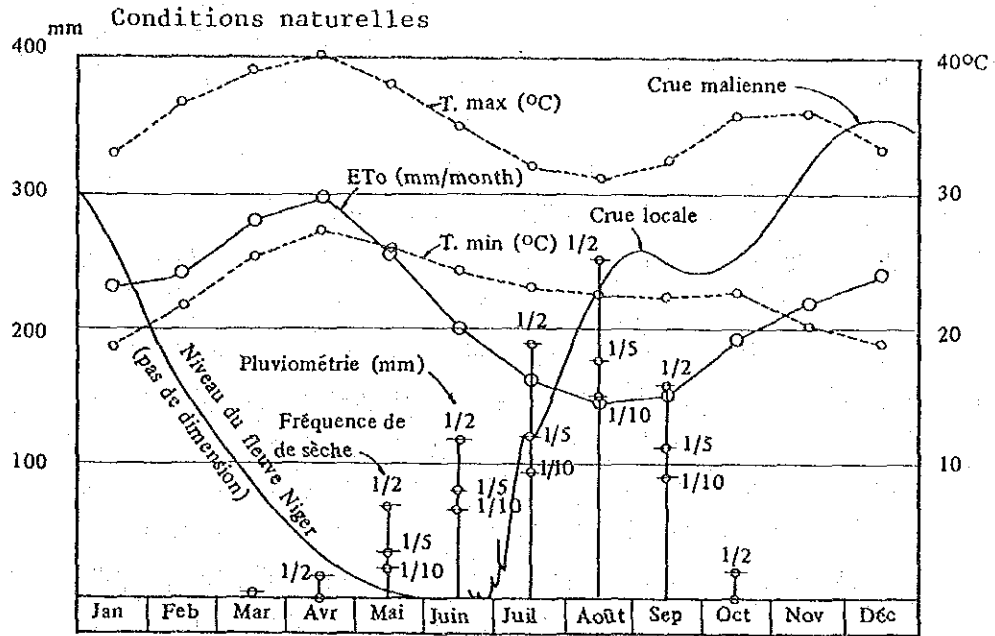
Du point de vue physiologique et écologique du riz aquatique et de l'élimination écologique des parasites, le modèle C qui situe la période de mise en friche en avril au moment de la période chaude et sèche, les dommages à la fécondation provoqués par la température élevée sont faibles, l'effet d'élimination des parasites sera important, c'est la période la plus productive. Mais, comme nous l'avons dit, nous avons adopté le modèle A parce que la période d'étiage du Niger est en mai-juin, mais comme la période d'initiation paniculaire du riz de saison sèche correspond à la période chaude et sèche d'avril, la fructification subit une certaine baisse, et d'autre part, comme avec les pluies qui commencent à la fin mai les mauvaises herbes commencent à pousser, l'effet d'élimination des parasites est affaibli, la productivité baisse un peu. Le modèle B est un modèle intermédiaire entre les modèles A et C, mais s'il y a assez d'eau pour la pépinière on peut espérer une récolte, la baisse de la fructification sera faible, et l'élimination des parasites importante. Ce modèle assurerait une productivité proche de celle du modèle C.

Dans ce système de plantation, le IR-1529-680-3 (ci-après appelé IR-15) a été choisi parmi les espèces recommandées au Niger, à cause de sa croissance (120 à 130 jours), sa résistance aux maladies et à la chaleur et sa productivité. On a également étudié la possibilité d'utiliser les variétés BG90-2 et le IR-22, mais

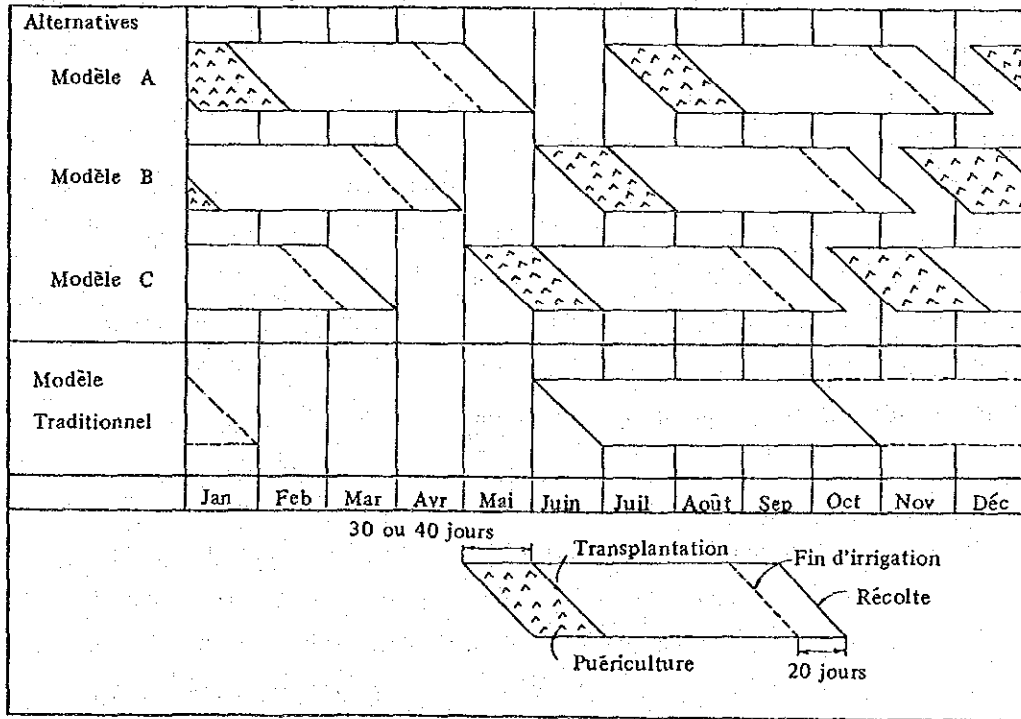
pour la récolte en période sèche leur croissance demande de 150 à 160 jours, ce qui les rend inadaptées (voir les Annexes 5.2.2-1 à 3).

Cependant, actuellement l'INRAN est en train de sélectionner des espèces adaptées en Afrique du Sud, et l'on espère arriver rapidement à trouver des espèces à croissance rapide et productives.

Figure 5.2.2-1 Les Conditions Naturelles du Culture et le calendrier Agricole dans le Projet d'Ouna-Kouanza



Calendrier agricole



(2) Production des céréales

Pour le IR-15, le FAO s'est rendu dans différentes fermes à rizières, a effectué des essais à trois éléments, et après des essais sur les quantités d'engrais, a effectué l'estimation de production indiquée dans l'Annexe 5.2.2-4. Les chiffres figurant dans ce tableau sont les suivants:

Engrais azotés (kg/ha)	0	92	107	122	137
Production de riz (t/ha)	2,7	4,9	5,2	5,4	5,5

A partir de ce résultat, on a estimé que la récolte de IR-15 possible si on arrivait à mettre en place une technique de culture basée sur les critères du Tableau 4.5.5-2, pouvait être de 5,4 t/ha durant la saison des pluies. Cependant, durant la saison sèche, aussi bien d'après les résultats des cultures irriguées de l'ONAHA, et d'après les essais avec engrais effectués par le FAO, la récolte serait moins importante que durant la saison des pluies. La raison de cette diminution serait l'initiation paniculaire, la floraison tomberaient pendant la saison chaude et sèche (mars-avril), ce qui empêcherait la fécondation. Les essais effectués sur l'IRRI (JARQ1977) à ce sujet, la température limite provoquant un non-mûrissement à 20% en 8 heures est de 36,5°C pour les espèces résistantes à la chaleur, et de 32°C pour les autres. A 41°C, aucune espèce ne mûrit, et à 38°C, le non-mûrissement à 20% demande 4 heures pour les espèces résistantes et 2 heures pour les autres. Par conséquent, même si l'on utilise du IR-15 résistant, si la période d'initiation paniculaire coïncide avec la période chaude et sèche d'avril, le non-mûrissement augmente de 10%, et la récolte en saison sèche avec la proposition A est estimée à 4,9 t/ha.

Comme le montre le Tableau 5.3.2-2, la récolte varie selon les espèces. Pour un modèle C cultivé à la période idéale permettant l'irrigation, il est possible de faire une double récolte et d'obtenir 9,8 t/ha; avec A, on obtiendrait 9,3 t/ha, ce qui représente une diminution d'environ 5%. B se place entre A et C.

Cependant, la technique agricole employée actuellement est d'un niveau très bas, et il faudra minutieusement diriger les agriculteurs pour atteindre la production prévue.

Aussi, comme indiqué à la fin, il faudra créer une rizière-modèle, et montrer les caractéristiques des différentes espèces, les méthodes de fertilisation, les méthodes de gestion de l'esu afin de vulgariser rapidement les techniques de culture irriguée.

Tableau 5.2.2-1 Récolte par Type de Sol

Classement des Sols	Productivité (%)	Productivité Moyenne (%)	Récolte			
			Prop. A		Prop. C	
			Saison des Pluies (t/ha)	Saison Sèche (t/ha)	Saison des Pluies (t/ha)	Saison Sèche (t/ha)
Récolte Prévue	100	100	5,40	4,90	5,40	5,40
I (A)	90 - 100	95	5,13	4,66	5,13	5,13
IIa (O)	85 - 95	90	4,86	4,41	4,86	4,86
IIb (AS)	80 - 90	85	4,59	4,17	4,59	4,59
III (LA)	75 - 85	80	4,32	3,92	4,32	4,32

Note: () Type de sol.

Tableau 5.2.2-2 Productivité par Sol et Récolte Moyenne

Classement des Sols	Surface (ha)	Pourcentage de Sol (%)	Saison des Pluies (t)	Productivité				
				Prop. A		Prop. C		
				Saison Sèche (t)	Total (t)	Saison des Pluies (t)	Saison Sèche (t)	Total (t)
I (A)	1.298	52,1	6.700	6.000	12.700	6.700	6.700	13.400
IIa (O)	523	21,0	2.500	2.300	4.800	2.500	2.500	5.000
IIb (AS)	416	16,7	1.900	1.700	3.600	1.900	1.900	3.800
III (LA)	254	10,2	1.100	1.000	2.100	1.100	1.100	2.200
Total	2.491	100,0	12.200	11.000	23.200	12.200	12.200	24.400
Récolte Moyenne	-	-	4,9	4,4	9,3	4,9	4,9	9,8

Notes: 1) () Type de sol.

2) Récolte Moyenne = Production Totale/Surface Totale.

(3) Méthodes de culture

Comme l'indique l'Annexe 4.5.5-2, l'ONAHA estime qu'il serait bon de pratiquer la culture en s'appuyant sur les techniques de culture irriguée moderne, mais nous souhaitons donner certains éléments d'explication sur la mise en place du système de culture à période de friche totale que nous proposons pour l'élimination des parasites.

1) Développement et sélection de nouvelles variétés

Il faudra choisir des variétés à croissance de 120 à 125 jours, résistant à la chaleur (faibles dommages causés par les températures élevées), résistant aux parasites et permettant une double récolte.

2) Développement de semis sains (pépinières de riz)

- Préparation aux semailles

Après la désinfection des semences par envoi d'air ou d'eau, on les place 48 heures dans un sac de jute où ils sont dans l'eau, ensuite on les laisse sécher pendant 24 heures à l'ombre et la germination commence. Ces semences germées seront semées à raison de 8 kg/are durant la saison des pluies et 10 kg/are en saison sèche. Il faudra éviter de semer dru pour ne pas laisser pousser trop de plants.

- Contrôle de l'eau

Jusqu'à ce que toutes les graines aient germé, pendant le jour, on inondera la pépinière sous 2 à 3 cm d'eau, et la nuit, on évacuera l'eau, on insufflera de l'oxygène dans la terre des pépinières pour accélérer la prise de racines et la germination des semences. Ainsi, s'il y a manque d'oxygène, des plants seront couchés et le nombre total de plants levés sera réduit. Comme il s'agit là d'un contrôle minutieux de

l'eau, il faudra construire des ouvrages adaptés.

3) Contrôle des engrais et de l'eau pour la régularisation de la croissance (sur la rizière)

Le Niger étant un pays chaud tout au long de l'année, il convient à la culture du riz. Par conséquent, si l'on peut s'assurer l'eau d'irrigation, deux récoltes seront possibles par an, mais la croissance du riz demande beaucoup d'eau d'irrigation pendant la saison des pluies et la saison sèche, et comme les talles apparaissent les unes après les autres, et le passage de la période de croissance nutritive à la période d'initiation reproductive.

De plus, comme le nombre de graines non germées et celles dont la germination est en retard est important, le volume de riz non-mûr et mal développé devient important, et la qualité baisse.

- Contrôle du fumage

Le contrôle du fumage effectué pour mettre en évidence le passage de la croissance nutritive à l'initiation reproductive accélère le tallage, il sera convenable d'effectuer le fumage de base avec des engrais composés 15:15:15 à raison de 150 kg/ha et de 50 kg de superphosphates, et au premier désherbage d'effectuer un fumage complémentaire en répandant 100 kg/ha d'urée (N:46%). Avant la période de formation des épis (environ 1 mois avant la germination), on réduira l'absorption d'éléments nutritifs pour limiter le développement de talles inefficaces. Pour cela, on supprimera le fumage complémentaire durant le tallage, et après la période de formation des épis, on fumera pour améliorer le taux de maturation des graines.

- Contrôle de l'eau

Il s'agit de la même idée de base que pour les engrais. Ainsi, depuis le repiquage en rizière jusqu'à la période de plein tallage, pour accélérer le développement des talles et limiter celle des mauvaises herbes, on maintiendra une profondeur d'eau de 5 à 10 cm, mais de la période de plein tallage à celle de développement des épis, on évacuera l'eau, on laissera sécher la surface jusqu'à ce qu'elle se fissure, et on contrôlera ainsi la croissance du riz (contrôle de l'apparition de l'épi). De la période de développement des épis à 20 jours avant la maturation, on maintiendra une profondeur d'eau de 5 à 15 cm pour qu'il n'y ait pas de manque d'eau, et à partir de 20 jours avant la maturation, on évacuera peu à peu l'eau pour que tout le riz soit mûr en même temps.

4) Proposition de simplification des travaux de contrôle

- Les travaux de planage (mise en boue), avant de passer une planchette à planer, on concasse et on brise les mottes, et remue la boue pour pouvoir ensuite planer à la houe.
- Le désherbage s'effectue à l'aide de l'attelage de labour, il ne simplifie pas seulement les travaux, mais comme le sol devient souple, il absorbe de l'oxygène, ce qui accélère le développement des talles.
- Le fumage de base sera un répandage d'engrais sur toute la parcelle avant le labour, et au labour, ils seront mélangés à toute la couche de terre, ce qui fumera toute la couche.

5.2.3 Projet d'Emploi de Main-d'oeuvre

Comme l'indique le paragraphe 4.4.2, la population de la zone de projet est de 21.038 habitants en 1988, et après l'achèvement de ce projet en 1995, elle sera d'environ 26.960 personnes. La population active de plus de 14 ans est de 13.050 personnes, mais seulement 12.350 personnes exercent un travail (6.240 hommes, 6.110 femmes). L'indice de

conversion en force de travail est de 0,9 pour les hommes et de 0,5 pour les femmes, et la population équivalant à un indice de conversion de 1,0 est de 8.680 personnes (5.620 hommes et 3.060 femmes).

Si l'on considère que le nombre de jours de travail mensuel est de 22, on obtient 190,960 hommes/jour pour le nombre de jours de travail disponibles.

D'autre part, les Annexes 5.2.3-1 et 5.2.3-2 indiquent le nombre de jours de travail disponibles dans la zone objet par mois et par système de plantation. La demande en main-d'oeuvre atteint un maximum en période de récolte, dans le modèle A en avril (54 hommes-jour/ha) et en novembre (60 hommes-jour/ha), dans le modèle C en mars (60 hommes-jour/ha) et en septembre (53 hommes-jour/ha).

La superficie totale de culture est de 6.356 ha dans les fermes de la zone du projet, dont 2.491 ha sont des rizières, les 3.865 ha restants sont des champs. Si on réalise 2 récoltes de riz, et cultive les mêmes céréales dans les champs, et si on calcule la main-d'oeuvre nécessaire dans la zone, comme le montre l'Annexe 5.2.3-3, dans les systèmes A et C, on commence dans les limites de la main-d'oeuvre disponible (190,960 hommes-jour). Cependant, dans le modèle A, la main-d'oeuvre nécessaire est relativement bien répartie tout au long de l'année, alors que dans le modèle C, la récolte de riz (septembre) coïncide avec la période de récolte dans les champs, il faudra donc retarder la plantation dans les champs.

D'autre part, les parcelles auront de 0,5 à 1,0 ha, et si l'on divise 2.491 ha par 2.696 foyers, on obtient 0,9 ha. Et si l'on divise de même la superficie en champs, soit 3.865 ha, on obtient 1,4 ha. Et si l'on calcule la main-d'oeuvre nécessaire dans le cas d'une parcelle de 0,5 ha + des champs de 1,4 ha, et dans le cas d'une parcelle de 0,9 ha + des champs de 1,4 ha, la main-d'oeuvre nécessaire selon les mois est comme l'indique l'Annexe 5.2.3-4. Comme le montre clairement ce schéma, si on applique le modèle A, la répartition de la main-d'oeuvre est relativement égale tout au long de l'année, mais dans le cas du modèle C, comme nous l'avons dit, les différences sont importantes selon les

mois, il y a déséquilibre. En particulier, en cas de culture du riz sur une parcelle de 0,9 ha, les récoltes du riz et des cultures des champs coïncident, et la main-d'oeuvre requise dépasse les 70,4 personnes (3,2 personnes par parcelle x journées de travail possibles 22 jours = 70,4 personnes). Par conséquent, la main-d'oeuvre nécessaire en septembre doit être répartie sur le mois d'août ou d'octobre.

Ce qui veut dire que l'équilibre mensuel de main-d'oeuvre de toute la zone est de 190,960 hommes-jour, et elle est suffisante. En moyenne, dans les foyers bénéficiaires, si on applique le modèle A, il n'y aura pas de pénurie de main-d'oeuvre, mais dans le cas du modèle C où récolte du riz et récoltes des céréales des champs coïncident, il peut y avoir pénurie. Mais cela peut s'éviter en retardant la période de plantation des céréales dans les champs, et l'on peut donc considérer que même en cas de 2 récoltes annuelles de riz, la main-d'oeuvre ne manquera pas.

5.2.4 Projet des Organisations et Organismes de Soutien à l'Agriculture

La réalisation de ce projet devrait permettre l'aménagement d'environ 2.491 ha de rizière grâce à un système d'irrigation qui donnerait une production annuelle de 23.200 t de riz paddy. Les agriculteurs locaux n'ayant que peu l'expérience de la culture irriguée, il leur sera impossible d'atteindre ces chiffres, et donc de faire le bénéfice qui en découlerait, si le gouvernement ne leur apporte pas un soutien énergique et une organisation dans les domaines de la production et de la commercialisation.

Les paysans bénéficiaires de ces rizières devront former des coopératives hydro-agricoles, gérer rationnellement le système d'irrigation, faire des pépinières communes, vulgariser les techniques de la riziculture, faire les achats de matériels et d'équipements agricoles sur la base d'un système de commercialisation, permettre le crédit, l'emmagasinage du riz paddy et sa vente.

Pour que les agriculteurs apprennent les techniques et le savoir-faire lié à l'irrigation, il sera important après l'achèvement de ce projet, que dans ce secteur, se centrant sur l'ONAHA, après la réception des secteurs du Ministère de l'agriculture et de l'environnement que la vulgarisation de la réhabilitation, de l'entretien et de la gestion des équipements et de la gestion financière ainsi que la formation technique nécessaire, la vulgarisation des techniques d'irrigation modernes soient faites, et que des graines d'espèces améliorées soient distribuées, tout cela en relation étroite avec des organismes de recherche et d'expérimentation, de vulgarisation, des organisations s'occupant de la production, de l'après-récolte, de la commercialisation et des finances, les administrations locales et les coopératives agricoles qui devront déléguer un personnel suffisant pour remplir ces fonctions, travailler ensemble à ces activités de soutien.

Dans le cadre de ce projet, une rizière modèle sera mise en place par le centre d'orientation à la gestion agricole, la plantation des espèces prévues, le cycle de 2 récoltes par an et ses normes techniques, et indiquer aux agriculteurs et coopératives agricoles la production visée, et ce transfert technologique sera inclus dans le projet. Pour atteindre cet objectif, il est essentiel que l'INRAN, qui poursuit des recherches sur la riziculture et la production de semences améliorées, travaille en étroite coopération avec l'ONAHA.

L'ONAHA prévoit prochainement de créer un bureau régional à Gaya, dont le directeur est déjà nommé, et il sera essentiel de déléguer sur place des agents compétents en nombre suffisant pour effectuer la vulgarisation. On a constaté qu'il manquait des agents spécialisés dans ce domaine, et il serait souhaitable que l'Institut pratique de développement rural (IPDR), qui assure la formation de tels spécialistes s'agrandisse et se renforce. Il serait également souhaitable de renforcer l'organisme de vulgarisation agricole du Ministère de l'agriculture et de l'environnement, en particulier ses agents au niveau cantonal et ses brigades actives dans le milieu rural.

Si le projet se déroule comme prévu, la production des rizières devrait atteindre de 23.200 t par an, et cela exigera des mesures rationnelles

et suivies en vue de la commercialisation après-récolte, afin de contribuer à l'auto-suffisance alimentaire et à l'augmentation du revenu des agriculteurs.

Généralement dans les zones d'aménagement hydro-agricole, le riz paddy produit dans les rizières est divisé en trois parties: 1/3 pour la consommation de l'agriculteur, 1/3 pour le commerce (marché libre) et 1/3 pour le Riz du Niger (RINI). Dans ce projet, en prenant de tiers du RINI, cela implique le traitement de 3.650 t (saison sèche à 4.070 t (saison des pluies) de riz paddy par récolte. La capacité totale des installations de traitement du RINI est de 20.000 tonnes en fonctionnement à plein temps, il est prévu de porter cette capacité à 54.000 tonnes, mais le riz paddy produit par la zone du projet n'a pas été pris en compte dans cette augmentation. La station de blanchiment la plus proche de la zone est celle de Kollo, mais il est prévu de la démolir dans 2 ans à cause du vieillissement de ses équipements, et de construire une nouvelle station aux environs de Niamey. La création d'une station de blanchiment à proximité de la zone serait avantageuse pour les agriculteurs et également sur le plan national, et il serait donc positif que le RINI crée une station moderne, avec sécheuses et magasins afin de faire face au projet d'accroissement de la production de riz y compris dans la zone objet et dans les environs.

Il serait bon que des magasins pourvus d'équipements modernes soient implantés pour réduire les pertes de riz paddy, permettre son achat et sa vente au moment le plus avantageux, et la vente d'engrais. Dans le cadre de ce projet, on prévoit la création d'un bureau et de logements pour les délégués de l'ONAHA, d'un bureau de la coopérative hydro-agricole, d'une salle de réunion et d'un magasin destiné au stockage du riz et des engrais dans chaque secteur (une partie regroupée). Les coopératives hydro-agricole qui gèreront les produits en magasin, alors que l'économie du Niger entre dans un système d'économie de marché, devraient disposer d'informations suffisantes sur le marché pour pouvoir agir en conséquence, gérer les fonds et veiller au transport du riz pour le bénéfice des agriculteurs. Pour atteindre ce but, il faudra la collaboration de toutes les coopératives agricoles du pays et l'aide des autorités locales.

5.2.5 Projet Concernant l'Elevage et la Pêche Intérieure

Dans son nouveau plan quinquennal (1987-1991), le gouvernement nigérien prévoit les taux de croissance du bétail suivant: 4,6% pour les boeufs, 5,0% pour les moutons, 4,9% pour les chèvres, 1,9% pour les chameaux, 5,0% pour les chevaux et 4,0% pour les mulets.

La zone du projet se situant le long du fleuve Niger, ces taux de croissance seront un peu supérieurs sans doute, mais comme il n'existe pas de statistiques il est difficile de donner des chiffres.

Au service départemental de Dosso du Ministère des ressources animales, on considère que le bassin du fleuve Niger constitue une réserve de pâtures (cheptel) inépuisables et que les conditions climatiques sont idéales pour la prolifération des microbes et parasites. Pour assurer l'état sanitaire du bétail, il faudra périodiquement procéder à des vaccinations et à l'extermination des parasites dans les herbages. Et pour cela, il faudrait établir un centre sanitaire vétérinaire à Ouna ou à Monbey-Tonga, qui servirait de dispensaire vétérinaire.

D'autre part, dans la zone hydro-agricole, il est souhaitable de nourrir les animaux avec les *Cajanus Cajan* (L) Millsp très nutritifs qu'avec les graminées qui sont utilisés comme fourrage, seront plantées le long des digues et au bord des pistes.

Dans la zone du projet, les endroits plus élevés que les digues qui ne permettent pas la culture du riz servent de pâturage pour le bétail, mais avec le fourrage obtenu sur ces herbages, l'élevage du cheptel actuel est difficile. Mais la culture irriguée assurera une production importante de paille de riz, ce qui rendra possible l'augmentation du cheptel, ce qui a été calculé dans le tableau 5.2.5-1.

Comme le montre ce tableau, il est difficile de faire des calculs avec le fourrage simple seulement, le manque de protéines digestibles (DCP) et de volume total des éléments nutritifs digestibles (TDN) est comblé par le fourrage composite, et si on fait un essai de calcul, et que l'on fait la conversion en têtes de boeufs, on obtient 6.000 têtes pour

1988 (actuellement), et plus du double, 14.000 têtes pour 1995. Et le nombre de têtes par foyer est d'environ 6,5 têtes (2.696 foyers x 0,8 = 2.157 foyers, 14.000 têtes ÷ 2.157 foyers = 6,49 têtes). Mais, en fait on élève aussi des moutons et des chèvres, et on estime le nombre de têtes de boeufs réel à 5,2 comme à Namari-Goungou.

Pour la pêche intérieure, il n'y a pas d'espérance d'aménagement hydro-agricole ou de production responsable. Mais il y a le problème important de l'influence néfaste sur la ponte au moment de la montée des eaux et à la même période sur la croissance des alevins dans les eaux peu profondes. Et dans le cadre de ce projet, il est souhaitable que la pêche intérieure ne subisse pas de dommages, mais l'influence de l'aménagement ne sera pas nulle.

Ainsi, comme il reste dans chaque secteur des terrains marécageux impossibles à reblayer, il faudra y installer les étangs de sylviculture, et passer de la pêche à l'élevage. Ces étangs pourront utiliser une partie des eaux d'irrigation. On pourrait faire communiquer directement les canaux d'irrigation. Il faudra aménager des canaux d'évacuation spéciaux pour que les eaux polluées par l'usage de pesticides ne se mêlent pas aux eaux ainsi fournies.

D'autre part, pour contrôler l'étang, il faudra l'assécher une fois par an, le désinfecter et éliminer les poissons carnivores. La période idéale pour cela serait à la fin de la saison sèche.

Pour la pisciculture, voir le paragraphe 4.5.10. Les alevins pourraient être achetés au centre de pisciculture de Sona (voir le paragraphe 4.5.10). Le poids de poisson produit au départ ne peut pas servir à la pisciculture, il sera de 5 t/ha, et augmentera progressivement pour atteindre sans doute près de 10 t. De plus les produits agricoles dérivés (son, son de céréales), tourteaux, bouse de vaches, etc. peuvent servir efficacement de nourriture pour la pisciculture.

On ne peut pas encore estimer les résultats qui seront obtenus, mais cela permettra d'utiliser efficacement les terrains en jachère.

Tableau 5.2.5-1 Surface Agricole - Fourrage Gros - Nombre Possible de Tête de Vaches à Elever

Désignation		Superficie Exploitée (ha)	Poids de Paille ou de Tige(en Sec) (t/ha)	Production Totale de Fourrage Sec (t)	Nombre Possible de Têtes de Vaches à Élever (tête)
1988	Champ	6.045	2,0	12.090	6.000
1995	Rizière	2.491	4,2 x 2	20.924	10.000
	Champ	3.865	2,0	7.730	4.000
	Total	6.356	-	28.624	14.000

- Notes: 1) Le poids des tiges de mil, sorgho et maïs prend la moyenne de 2,0 t/ha de ces produits en état sec.
- 2) Le poids de paille de riz est calculé sur rendement annuel de riz paddy 9,3 t/2 ha x 0,9 ÷ 4,2 t/ha.
- 3) Pour calculer le nombre possible de têtes de vaches à élever, 5,5 kg de la pâture sèche par jour est nécessaire en prenant le poids d'une vache aux environs de 400 kg.
Pâture nécessaire par an: 5,5 kg x 365 jours = 2,0 t/tête/an.

5.2.6 Priorité des Secteurs

Le paragraphe 3.3 indique les caractéristiques de développement de chaque secteur, et nous avons tenu compte de ces avantages et effectué une étude comparative détaillée relative au coût du projet et à l'évaluation économique entre autres, ce qui nous a permis de classer les différents secteurs par ordre de priorité.

Les éléments de base de la comparaison considérés ont été la surface cultivée, la longueur de la digue, le coût du projet, l'évaluation économique, le débit fluvial, le niveau d'exécution, le drainage du bassin versant, les conditions sociales, etc. Le Tableau 5.2.6-1 indique les résultats de cette comparaison.

Ce tableau donne l'avantage aux secteurs Z-4 et Z-6, et nous avons estimé le secteur Z-6 secteur prioritaire du point de vue du débit fluvial, des conditions sociales, du niveau d'exécution, etc.

Tableau 5.2.6-1 Tableau de Comparaison des Priorités

Désignation Secteur	Surface Objet (ha)	Surface Irriguée (ha)	Longueur de la Digue		Coût du Projet		Taux Econmique de Rentabilité Interne (%)	Exécution	Débit Fluvial	Drainage du Bassin Versant	Conditons Sociales	Estimations Globale
			Total (km)	Surface Irriguée (m/ha)	Total (Million FCFA)	Surface Irriguée (Million FCFA/ha)						
Z-1	194	92	6,1	66	863	9,4	2,72	A	Faible	Maximum	A	C
Z-2	189	135	3,4	25	944	7,0	5,02	A	Minimum	Maximum	A	C
Z-3	677	510	7,9	15	2.539	5,0	8,75	B	Minimum	Faible	B	B
Z-4	1.052	687	6,9	10	3.225	4,7	9,35	B	Moyen	Faible	B	A
Z-5	430	196	2,4	12	1.180	6,0	6,30	A	Moyen	Maximum	A	C
Z-6	874	569	6,7	12	2.738	4,8	9,04	A	Maximum	Moyen	A	A
Z-7	472	302	5,7	19	1.662	5,5	7,47	B	Maximum	Moyen	B	B

Notes: 1) A; bon, B; assez bonne et C; mauvais.

2) Coût du projet n'incluant pas les frais additionnels dus à l'inflation.

5.3 Projet d'Aménagement de l'Infrastructure Agricole

Dans chaque secteur de la zone du projet seront créées les installations suivantes en vue de la gestion, de l'entretien, du stockage des produits agricoles et pour la communication.

- 1) Bureau
- 2) Salle de réunion
- 3) Logements de l'ONAHA
- 4) Magasin (grains, engrais)
- 5) Puits
- 6) Electricité.

Ces installations seront construites aux endroits suivants:

Z-1, Z-2	.....	Ouna
Z-3	.....	Sanafina
Z-4	.....	Albarkaize
Z-5, Z-6	.....	Monboy Tounga
Z-7	.....	Kouanza

Les installations telles que salle de réunion, puits et électricité seront, dans la mesure du possible, utilisées en commun par deux secteurs à Ouna et Monboy Tounga pour réduire les frais de construction.

L'entrepôt devra avoir une capacité permettant de stocker 1,6 t de riz paddy par ha. Il devra être doté d'une paillasse adaptée au contrôle du taux d'humidité du riz paddy. Il sera partiellement cloisonné pour permettre le stockage de 400 kg d'engrais par ha et celui d'équipements divers.

L'entrepôt de chaque secteur aura les spécifications suivantes.

La hauteur intérieure de l'entrepôt sera de 4,0 m (du sol à la base des poutres.)

Les installations seront alimentées en eau pompée des puits par un réservoir situé en hauteur. On dérivera l'électricité à partir de la station de pompage.

Tableau 5.3-1 Surface d'Entrepôt

Secteur	Surface de Plancher (m ²)	Nombre	Partie Réservée aux Engrais (m ²) (detail)
Z-1	10 m x 20 m = 200	1	10 m x 5 m = 50
Z-2	10 m x 35 m = 350	1	10 m x 5 m = 50
Z-3	10 m x 40 m = 400	1	10 m x 15 m = 150
	10 m x 25 m = 250	1	
Z-4	10 m x 40 m = 400	2	10 m x 15 m = 150
Z-5	10 m x 20 m = 200	1	10 m x 10 m = 100
	10 m x 30 m = 300	1	
Z-6	10 m x 30 m = 300	1	10 m x 15 m = 150
	10 m x 40 m = 400	1	
Z-7	10 m x 40 m = 400	1	10 m x 10 m = 100

5.4 Projet d'Aménagement de l'Infrastructure Sociale

5.4.1 Eau à Usage Ménager

La zone du projet ne compte qu'un total de 28 puits profonds et de puits en béton. Ces puits ne posent pas de problème d'hygiène, mais là où l'on utilise encore l'eau du fleuve Niger telle quelle, ou celle de puits ordinaires ou de bassins ouverts, il reste encore des problèmes sanitaires à régler.

Par conséquent, on proposera dans le cadre de ce projet, la construction d'un certain nombre de puits en béton pour l'alimentation en eau potable de la zone du projet.

On estime que la population de la zone passera à environ 25.000 habitants.

Si l'on considère qu'un puits doit répondre aux besoins de 250 personnes, il faudra donc 100 puits, dont 72 restent à construire, puisqu'il en existe déjà 28. Cependant, le nombre de puits correspondra de préférence à une capacité légèrement supérieure au nombre des habitants et à l'emplacement des villages.

Les spécifications de ces nouveaux puits seront conformes aux données existentes:

Diamètre: 1,80 m

Profondeur: 5 à 35 m (12 mètres en moyenne)

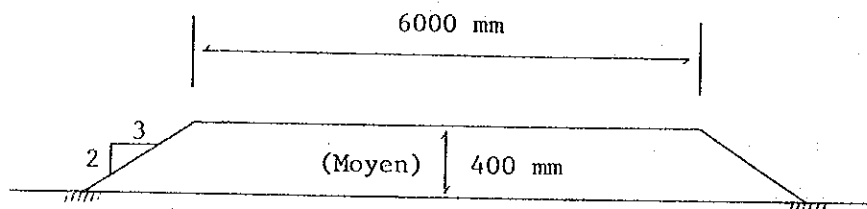
Le sommet du puits sera à 0,5 m au-dessus du sol, et le pourtour sera bétonné.

5.4.2 Pistes

Comme il a été dit au paragraphe 4.7.2, l'état de la piste qui dessert la zone du projet est relativement satisfaisant. On proposera ici la création de pistes d'accès à la zone du projet à partir de la route recouverte de latérite de Gaya-Falmey-Margou, qui serviront aux travaux et qui deviendront des pistes ordinaires après la fin des travaux. Par

conséquent, les fais d'aménagement des pistes pour les travaux seront pris en compte dans le budget du présent projet.

Figure 5.4.2-1 Coupe de la Piste



Pour éviter le débordement, on posera si nécessaire 1 à 4 buses métalliques de 800 mm de diamètre. Si la largeur de la trajectoire est supérieure à 10 m, on installera une armature de pont dont la hauteur intérieure sera supérieure à 2,5 m.

5.4.3 Electricité

Actuellement, la zone du projet n'est pas encore électrifiée. Pour la réalisation du présent projet, une ligne électrique sera posée à partir de Gaya pour faire marcher la pompe de chaque secteur. L'Annexe 5.4.3-1 indique le plan de câblage prévu.

A cette occasion, les bâtiments à construire, bureau, centre de formation agricole, etc. seront électrifiés.

Ainsi, ce projet fera avancer l'aménagement de l'infrastructure sociale, et il sera aussi souhaitable d'électrifier en même temps les installations publiques comme l'école, le dispensaire, etc.

5.4.4 Hygiène

Selon le Ministère de la santé, le niveau des soins médicaux est presque satisfaisant dans la zone du projet, mais le dispensaire d'Ouna n'est pas encore totalement équipé. Donc, il faudra donner la priorité à l'aménagement de ce dispensaire.

La population de la zone est actuellement de 21.000 habitants, et le gouvernement nigérien projette d'ouvrir un dispensaire pour 10.000 habitants. La situation correspond à cette norme, puisque la zone dispose de deux dispensaires, celui d'Ouana et celui de Tenda. Mais ce nombre ne sera plus adapté à l'augmentation de la population qui va se produire avec la réalisation de ce projet. Comme indiqué dans le paragraphe 5.4.1, la population va passer à environ 27.000 habitants. Par conséquent, il semblerait bon d'ouvrir un troisième dispensaire à Alberkaize qui deviendra un des centres de la région.

5.4.5 Education

Comme il a été dit au paragraphe 4.7.5, il existe 6 écoles primaires dans la zone du projet, dont 3 en construction. Le nombre des élèves est d'environ 630. Le taux de scolarisation est de 20%, soit un peu inférieure à la moyenne nigérienne de 22% (1987), et le nombre des enfants d'âge scolaire est d'environ 3.200. Ce nombre va augmenter avec l'augmentation de la population. Si l'on estime la population future à 27.000 habitants, en proportion simple, on devrait avoir 4.100 enfants d'âge scolaire.

D'autre part, dans le cadre du plan quinquennal (1987-1991), on prévoit d'amener le taux de scolarisation à 27% pour 1991, si les installations prévues peuvent être achevées. Il faudrait donc des établissements scolaires capables d'accueillir au moins 1.080 élèves d'ici la fin du présent projet. Cela représentera un total de 36 classes de 30 élèves chacune. Aux 16 classes existantes, il faudrait en ajouter 20, ce qui veut dire qu'il faudrait construire 3 écoles supplémentaires de 6 classes chacune pour accueillir tous les enfants.

En réalité, pour ce problème, le gouvernement nigérien se conforme à la demande des habitants de chaque village. Mais ces écoles ont une importance stratégique pour la formation des adultes de demain. Il serait donc souhaitable que le gouvernement s'intéresse vivement à cet aménagement.

5.4.6 Communication

La zone du projet se situant à entre 20 et 50 km de Gaya où se trouvent les administrations d'arrondissement, la communication est difficile en cas d'urgence. Il serait donc pratique d'installer des téléphones sans fil dans chaque bureau pour être en liaison directe avec Gaya.

5.5 Projet des Installations

5.5.1 Analyse Hydrologique et Météorologique

Ces analyses se fondent sur la bonne étude faite lors de l'étude de pré-factibilité, suite à la seconde analyse, les révisions nécessaires seront apportées. Pour cette étude, on a employé la méthode de calcul Iwai.

(1) Précipitations

1) Données pluviométriques

Les données de Gaya seront utilisées comme pour l'étude de pré-factibilité.

2) Précipitations annuelles

La comparaison entre les données de l'étude de pré-factibilité (1931-84) et celles allant jusqu'à 1987 sont indiquées ci-dessous (voir l'Annexe 4.1.3).

Comme l'indique l'Annexe 5.5.1-1, il y a des différences sensibles entre ces données, mais celles de la présente étude seront retenues parce qu'elles correspondent à la répartition des documents pour 10 ans.

Tableau 5.5.1-1 Année de Probabilité et Précipitations Annuelles

(Unité: mm)

Fréquence	Crue 10	Crue 5	Moyenne	Etiage 8	Etiage 10
Pré-Etude de Factibilité	1.022	956	830	704	638
Présente Enquête	1.043	956	809	686	628

3) Précipitations mensuelles

Dans l'étude de pré-factibilité, les précipitations mensuelles moyennes ont été réparties proportionnellement par mois de manière à correspondre au volume pluviométrique annuel. Dans ce projet, on adoptera les précipitations mensuelles moyennes comme celles attendues une année sur 10 à partir des résultats d'une série de données étalées de 1931 à 1987.

Tableau 5.5.1-2 Année de Probabilité et Précipitations Mensuelles

Fréquence	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	An.
Etiage 5 (1949)	0	0	0	6,0	17,5	77,3	218,8	312,2	49,9	4,3	0	0	686,0
Etiage 10 (1982)	0	6,6	0	26,9	126,5	96,4	109,6	145,8	89,3	24,9	0	0	625,9

4) Précipitations journalières

La crue étant admise dans une certaine mesure pour la culture du riz, on analyse le volume des précipitations de 3 jours consécutifs de chaque mois. L'Annexe 5.5.1-2 indique les données à ce sujet.

Les précipitations les plus importantes ont été enregistrées dans l'ordre en août, en juillet, et en septembre. Elles ont été

peu importantes durant les autres mois.

L'Annexe 5.5.1-3 donne les résultats de l'analyse. La répartition indiquée par les documents montre une déformation importante. Mais les résultats de l'étude présente seront utilisés car la probabilité sur 10 ans correspond bien à la courbe.

Tableau 5.5.1-3 Fréquence des Chutes de Pluie (%)

Mois	1er Jour	2ème Jour	3ème Jour
Avril	3,5	3,5	3,5
Mai	3,5	3,5	3,5
Juin	9	9	7
Juillet	23	30	27
Août	43	36	41
Septembre	18	18	18
Octobre	0	0	0
Total	100	100	100

Tableau 5.5.1-4 Précipitations Journalières Probables

(Unité: mm)

Désignation	Fréquence	1er Jour	2ème Jour	3ème Jour
Etude de Pré-Factibilité	Pj 10 ans	102	-	-
	Pj 2 ans	75	-	-
Présente Etude	Pj 10 ans	100	118	136
	Pj 5 ans	88	104	118
	Pj 2 ans	68	80	88

5) Précipitations horaires

L'Annexe 5.5.1-4 montre la répartition des précipitations horaires les plus importantes dans l'année. On constate qu'en général, les précipitations sont concentrées dans la première heure et qu'elles sont de très forte intensité.

A Gaya, depuis 1971, on mesure les précipitations horaires, et comme le montre l'Annexe 5.5.1-2, depuis 1971, on a pas relevé de jour à fortes précipitations. Par conséquent, on peut penser que l'analyse des probabilités sur la base de ces données n'a pas beaucoup de sens. Dans cette étude, nous avons analysé des précipitations horaires plus fortes que la probabilité semi-annuelle de 68 mm analysée en 4) ci-dessus, et recherché la violence des chutes de pluie.

L'Annexe 5.5.1-5 indique la répartition des 4 journées de pluies de plus de 68 mm par heures. Parmi ces 4 journées, les journées de juillet 1981 sont proches d'une courbe d'enveloppe. Et si on prolonge cette courbe de 24 heures, on obtient 99,7 mm, ce qui est très proches des précipitations décennales. Par conséquent, en se référant aux pluies de juillet 1981, on peut établir le volume des pluies décennales par la formule suivante.

$$\text{Pluies horaires} \quad : R_t = R_{24} (t/24)^{0,145}$$

$$\text{Intensité des pluies} : r_t = r_{24} (24/t)^{0,855}$$

où R_t : pluies horaires (mm)

r_t : intensité des pluies horaires (mm/h)

R_{24} : pluies journalières (100 mm)

r_{24} : intensité des pluies journalières (4,17 mm/h)

(2) Evapotranspiration potentielle

On n'adoptera pas l'évaporation mesurée par évaporimètre, mais l'évapotranspiration potentielle (méthode de Penman modifiée) qui est en relation étroite avec la consommation d'eau des produits

agricoles. L'évapotranspiration potentielle annuelle, calculée d'après les données météorologiques de 1971 à 1987, est indiquée ci-dessous.

Tableau 5.5.1-5 Evapotranspiration

Fréquence	Moyenne	5 sec	10 sec	Remarques
Etude de Pré-Factibilité	2.448	-	-	Bac classe A 1981-82
Etude Présente	2.668	2.787	2.857	Valeur Calculée 1971-87

(3) Débit du fleuve Niger

1) Réseau d'observation hydraulique et période d'observation

L'Annexe 4.1.4-16 montre le réseau d'observation hydraulique des environs de la zone du projet. Le débit du fleuve Niger est observé à Malanville depuis juin 1952. Le niveau d'eau du fleuve Niger étant influencé par le débit de la rivière Sota, affluent du côté droit qui rejoint le Niger à 1 km en aval de la ville, le débit observé indique une valeur totale comprenant le débit de la rivière Sota. Pour étudier le débit du fleuve Niger dans la zone du projet, il faudra tenir compte des trois affluents du côté droit: les rivières Sota, Mekrou et Alibori.

Considérant que le réseau d'observation hydraulique existant ne permettait pas une étude assez fouillée, nous avons placé des échelles limnimétriques dans la zone du projet, en amont à Katanga, dans le cours moyen à Sanafina et en aval à Kouanza pour mesurer le niveau des eaux, et nous avons effectué des mesures de débit à Ouna où une échelle limnimétrique est en place (voir l'Annexe 5.5.1-7 pour les détails).

Pour cette étude, on a utilisé ici des données concernant le débit du fleuve Niger couvrant une période de 37 ans: de 1952 à 1988. Selon les données de la station hydrologique de Niamey,

qui comprennent des valeurs d'observation prises sur plusieurs années, cette période assez longue correspond à un cycle hydrologique de période d'abondance et d'étiage du fleuve Niger (voir le paragraphe 4.1.4.).

Par conséquent, ces données conservent toute leur valeur pour la présente étude.

2) Débit annuel et mensuel

L'Annexe 4.1.4-4 indique les relevés de débit du fleuve Niger à Malanville. On constate ainsi que le débit annuel moyen est de 32,5 milliards de m³ (soit 1.030 m³/sec.), et les probabilités de moyenne annuelle sont indiquées par le tableau 5.5.1-7.

D'après l'Annexe 5.5.1-6 relative au débit mensuel du fleuve Niger, le débit maximum est en janvier et septembre, et le minimum en juin.

Tableau 5.5.1-6 Débit Annuel

Désignation	Débit	Débit Total
Moyenne Annuelle (1952-1987)	1.030 m ³ /s	32,5 milliards m ³
Maximum (1955)	1.620 m ³ /s	51,1 milliards m ³
Minimum (1984)	431 m ³ /s	13,6 milliards m ³

Tableau 5.5.1-7 Probabilité de Débit Annuel Moyen

Années Réfléchies	Probabilité Excessive		Probabilité Non Excessive	
	Probabilité	Approximations	Probabilité	Approximation
2 ans	1.030 m ³ /s	1966 (1.048 m ³ /s)	1.030 m ³ /s	1966 (1.048 m ³ /s)
5 ans	1.300 m ³ /s	1970 (1.280 m ³ /s)	760 m ³ /s	1974 (763 m ³ /s)
10 ans	1.440 m ³ /s	1953 (1.436 m ³ /s)	620 m ³ /s	1973 (683 m ³ /s) 1983 (573 m ³ /s)

Note: Référence Annexe 5.5.1-8.

3) Débit de crue

L'Annexe 4.1.4-6 indique les données de la crue locale et de la crue malienne à Malanville. On remarque que le débit maximum de la crue locale est plus important que celui de la crue malienne. Les probabilités de chaque crue sont indiquées par le tableau 5.5.1-8.

En comparant les données de l'étude de préfactibilité à celles de notre étude, on constate des valeurs un peu plus basses pour la seconde. On a donc adopté les valeurs de l'étude de préfactibilité pour plus de sécurité. En 1988, la crue a atteint son maximum le 8 septembre avec un débit de 2.328 m³/s. Cela permet de conclure qu'il s'agit d'une crue à probabilité 5 ans, pas tout à fait aussi importante que les précédentes. Mais elle a causé de gros dégâts dans les champs, car il n'y avait pas eu de crue aussi importante depuis 1968, ce qui a favorisé la conversion des terrains avoisinants en champs. L'Annexe 5.5.1-9 permet de comprendre que les probabilités de crue malienne de l'étude de pré-factibilité étaient faibles, c'est pourquoi nous avons utilisé les chiffres de la présente étude.

Tableau 5.5.1-8 Probabilité de Crue du Fleuve Niger (Malanville)

Désignation	Crue Locale		Crue Malienne	
	Pré-F/S	Etude Présente	Pré-F/S	Etude Présente
Période	1952-79	1952-88	1953-79	1953-87
Nombre de Documents	28	32	27	30
Années Réfléchies				
2 ans	1.979 m ³ /s	1.880 m ³ /s	1.825 m ³ /s	1.788 m ³ /s
5 ans	2.547 m ³ /s	2.446 m ³ /s	2.002 m ³ /s	2.083 m ³ /s
10 ans	2.906 m ³ /s	2.808 m ³ /s	2.088 m ³ /s	2.256 m ³ /s
50 ans	3.644 m ³ /s	3.579 m ³ /s	2.232 m ³ /s	2.594 m ³ /s
100 ans	3.940 m ³ /s	3.900 m ³ /s	2.282 m ³ /s	2.726 m ³ /s

Notes 1) Pré-F/S: Etude de pré-factibilité.

2) Référence Annexe 5.5.1-9.

4) Débit minimum mensuel du fleuve Niger

L'Annexe 5.5.1-10 montre l'évolution du débit minimum mensuel de janvier à août pour chaque année. Le débit minimum se situe en juin à juillet. Le débit minimum (supérieur à 80 m³/s) a été enregistré en juillet, et le débit minimum (inférieur à 60 m³/s) l'a été en juin.

D'autre part, la courbe de réduction de l'eau est pratiquement droite sur le graphique logarithmique non équilibré. Il sera sans doute possible d'estimer le débit minimum de juin et de juillet à partir du débit minimum de mars (sans doute celui du 31 mars) où le niveau d'eau se stabilise.

5) Débit minimum annuel du fleuve Niger

A Malanville, le débit minimum se situe souvent de juin à juillet. Le débit minimum est en baisse depuis les années 70, et il se situe très souvent en juin ses dernières années (voir l'Annexe 4.1.4-8).

Les probabilités de débit minimum des années 1952 à 1988 sont les suivantes:

Tableau 5.5.1-9 Probabilité de Débit Minimum Annuel

Années Réfléchies	Probabilité Excessive (m ³ /s)	Probabilité Non Excessive (m ³ /s)
2 ans	45,2	45,2
5 ans	117	16,6
10 ans	190	9,3

Note: Référence Annexe 5.5.1-11.

6) Débit d'étiage du fleuve Niger

Comme pour l'année précitée, le débit d'étiage (pendant 355 jours de l'année ce débit a dépassé: Q355) se situe de juin à juillet. Les probabilités de débit d'étiage sont indiquées par les tableaux 5.5.1-1 à 10.

Tableau 5.5.1-10 Probabilité de Débit d'Etiage

Années Réfléchies	Probabilité Non Excessive (m3/s)
2 ans	55,0
5 ans	21,1
10 ans	11,8

Note: Référence Annexe 5.5.1-12.

7) Débit nécessaire à la conservation du fleuve Niger

Il faudra maintenir un débit minimum du fleuve Niger pour sauvegarder le système écologique et la qualité de l'eau. Ce débit s'appelle "débit nécessaire à la conservation du fleuve Niger". Au Japon, il est considéré égal au débit d'étiage d'une année sur 10. On appliquera ce débit à ce projet. Le débit pour le fleuve Niger est donc de 11,8 m³/s à Malanville selon le tableau 5.5.1-10.

8) Débit minimum permettant l'usage de l'eau du fleuve Niger

Comme l'indique l'Annexe 4.1.4-8, la réduction du débit du fleuve Niger à moins de 11,8 m³/s s'est produite un total de 6 fois entre 1952 et 1988 (37 ans). La baisse au-dessous de 11,8 m³/s se concentre dans les années après 1983, et surtout en mai et juin. L'Annexe 5.5.1-13 montre le débit minimum d'avril à juillet.

(4) Niveau du fleuve Niger

1) Corrélation du niveau du fleuve

La corrélation entre le niveau du fleuve Niger dans la zone du projet et le niveau à Malanville est comme l'indique le tableau 5.5.1-11 (voir les Annexes 5.5.1-14 à 17).

Si l'on essaie d'estimer le niveau d'eau à débit en chaque point en utilisant la corrélation ci-dessus, on arrive au résultat indiqué dans l'Annexe 5.5.1-18.

Mais, comme le montre l'Annexe 5.5.1-19, ce résultat n'est pas conforme à celui de l'étude de pré-factibilité. En particulier, en ce qui concerne le niveau d'étiage, la différence entre Katanga et Sanafina est importante, le niveau obtenu dans la présente étude est beaucoup plus élevé que celui de l'étude de pré-factibilité. Pour le niveau d'inondation, le niveau estimé est un peu plus bas que celui de l'étude de pré-factibilité.

Pour le niveau d'inondation, comme on le verra plus loin, la précision de l'analyse hydrologique de l'étude de pré-factibilité est plus grande que celle de corrélation effectuée dans la présente étude. Par conséquent, pour le niveau d'inondation, nous n'avons pas fait d'étude pour la construction d'une digue, et utilisé les résultats de l'étude de pré-factibilité.

Comme il est clair que le niveau d'étiage à Katanga, Ouna et Sanafina influe sur les rochers affleurants dans le lit du fleuve, nous avons utilisé les résultats de la présente étude.

Tableau 5.5.1-11 Corrélation avec le Niveau du Fleuve Niger à Malanville

Emplacement	Études de Pré-factibilité			Présentes Études		
	Zo (m)	Méthode de Régression	r	Zo (m)	Méthode de Régression	r
Koulou	157,49	$H_{KL} = 1,04 H_M + 1,77$	0,98	-	-	-
Katanga	-	-	-	156,26	$H_{KT} = 0,846 H_M - 0,570$	0,980
Ouna	156,93	$H_o = 1,13 H_M + 0,40$	0,98	156,73	$H_o = 0,985 H_M - 2,798$	0,991
Sanafina	-	-	-	154,78	$H_s = 0,910 H_M - 1,539$	0,995
Kouanza	-	-	-	154,24	$H_{KZ} = 1,017 H_M - 2,174$	0,996
Malanville	154,99	-	-	150,99	-	-

Note: Les valeurs adaptées à présentes études sont celles enregistrées en 1988 (Annexe 5.5.3-1).

2) Variation du niveau du fleuve

On peut résumer les variations de niveau du fleuve Niger comme le montre l'Annexe 5.5.1-18.

Comme le montre le Tableau 5.5.1-12, annuellement, la variation du niveau du fleuve est la plus importante à Kouanza (5,13 m) et la plus faible à Katanga (3,82 m). On peut penser que le point entre Katanga et Kouanza est représentatif de la zone du projet, et la variation moyenne entre les deux est de 4,5 m.

Tableau 5.5.1-12 Evolution de Niveau de Fleuve Niger

Niveau		(Unité: altitude en m)						
	Koulou	Katanga	Ouna	Sanafina	Kouanza	Malanville		
Période de Débits Minimums en 1/10 Ans	158,60*	158,46	157,23***	157,23	155,40	154,27		
Période de Débits Ardeignant Certain Degré pour Maintenir son Etat	-	158,51	157,27***	157,27	155,45	154,32		
Période de Débits Minimums en 1/2 Ans (1)	159,20*	158,83	157,62***	157,62	155,84	154,70		
Niveau Moyen en Mois								
Jan.	-	162,10	161,40	161,14	159,77	158,57		
Fév.	-	162,04	161,32	161,07	159,69	158,49		
Mar.	-	161,59	160,80	160,58	159,15	157,96		
Avr.	-	160,77	159,85	159,71	158,18	157,00		
Mai	-	159,87	158,80	158,74	157,09	155,93		
Juin	-	159,29	158,12	158,11	156,39	155,24		
Juil.	-	159,48	158,34	158,32	156,62	155,47		
Août	-	160,85	159,94	159,79	158,27	157,09		
Sep.	-	162,10	161,40	161,14	159,77	158,57		
Oct.	-	162,04	161,32	161,07	159,69	158,49		
Nov.	-	161,87	161,12	160,88	159,49	158,29		
Déc.	-	161,99	161,27	161,02	159,64	158,44		
Période de Crues en 1/2 Ans (2)	163,51*	162,65**	162,32*	162,04**	160,97*	159,27*		
Période de Crues en 1/10 Ans (En Cas d'Endiguement)	163,81*	162,93**	162,60*	162,33**	161,37*	-		
Période de Crues en 1/100 Ans (En Cas d'Endiguement)	164,42*	163,50*	163,21*	162,93*	162,09*	160,70*		
Dito (Situation Actuelle)	164,27	163,39	163,08	162,81	162,01	160,52		
Hauteurs Variantes en Moyenne (2)-(1)	4,31	3,82	4,70	4,42	5,13	4,57		

Notes: 1) * Résultats d'études de pré-factibilité.

2) ** Annexe 5.5.1-19

3) *** Valeurs révisées en tenant compte du niveau de Sanafina.

4) - Analyse non disponible.

3) Niveau d'inondation du fleuve Niger

Comme le montre l'Annexe 4.1.4-16, dans la zone du projet d'Ouana-Kouanza, la rive gauche du fleuve Niger a été développée, et la digue de protection contre les inondations exerce une influence considérable sur le niveau des eaux d'inondation. Dans l'étude de pré-factibilité, on a étudié l'influence du niveau d'inondation dans chaque cas, y compris pour les secteurs de Koulou et Gatawani-Dole, secteurs de développement séparés en amont et en aval du fleuve.

Si l'on effectue le développement entier, en endiguant l'île de Leté, on provoquera une montée des eaux de 90 cm (coupe 11-5) à Ouana (100 ans), l'influence sera considérable sur la rive béninoise, cela provoquera l'effondrement des terrains cultivés, et c'est pourquoi cette proposition a été abandonnée. (Variante proposition 1).

Finalement, la Variante 2c a été proposée dans l'étude de pré-factibilité, elle prévoit l'aménagement de la moitié nord de l'île de Leté (entre Ouna et Sanafina, voir l'Annexe 4.1.3-1).

Cependant, la présente étude s'appuie sur la proposition (Variante 2a) qui ne propose pas l'aménagement de l'île de Leté, ce qui signifie que l'eau va baisser plus que dans la Variante 2c. Dans l'étude de pré-factibilité, on a calculé les crues de 100 ans, 50 ans, 10 ans, et les crues normales, et l'Annexe 5.5.1-20 indique les résultats obtenus. Les espaces entre secteurs où le niveau de crue a baissé est en amont de Sanafina (section 11-6), où une baisse maximale de 12 cm plus importante que dans la variante 2c a été constatée (point Ouna et Katanga, section 11-5, 4). Mais en amont de Koulou, la baisse de niveau est minime.

Pour la construction de la digue, le niveau d'inondation réel (100 ans) augmente peu, de 13 cm à Ouna et de 8 cm à Kouanza.

L'étude ci-dessus tient compte de l'arrivée des eaux des affluents (Alibori, Sota), avec un modèle hydrographique, le niveau a été mesuré de Dole en aval à Bombodji en amont.

Ce modèle d'échelle limnimétrique, tout en fixant le coefficient à utiliser pour le modèle simulé des trois types de crue étant apparues ($Q=700, 1.500, 1.800 \text{ m}^3/\text{s}$), qui permet la comparaison avec le niveau réel est très fiable (Rapport de l'étude de pré-factibilité. Etudes techniques, A. Hydrologie. P. 48). Le résultat a été excellent, et sa fiabilité a été prouvée.

Par conséquent, dans la présente enquête, les résultats de mesure de la Variante 2a seront utilisés tels quels.

Cependant, comme la valeur zéro (Z_0) des eaux mesurée à Ouna au moyen du modèle ne correspond pas à la valeur vérifiée, la confirmation suivante a été faite.

Z_0 : 156,93m Utilisée dans l'étude de pré-factibilité
 156,73m Note du Bureau des ressources en eau (avril 1988)
 156,754m Valeur mesurée par l'équipe de la JICA (échelle limnimétrique 0-1m) (avril 1988)

Tableau 5.5.1-13 Niveau d'étiage à Ouna

Année	1977	1978*	1979*	1980*	1981*	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Niveau (m)	-	-	-0,17	-0,40	-0,56	-	0,32	0,80	0,63	0,36	Fermé	0,29

Note: * Année où on a utilisé les valeurs observées pour l'étude de pré-factibilité.

Comme l'indique ce tableau, en 1982, il y a eu une modification du niveau, l'échelle limnimétrique a nettement changé. Et Z_0 n'ayant baissé que de 20 cm, la modification du niveau d'eau étant trop forte, on peut estimer que la position a également été fortement modifiée.

C'est pourquoi le Z_0 mesuré par le modèle a été considéré comme exact.

4) Niveau d'étiage du fleuve Niger

On peut saisir la variation du niveau d'eau aux 7 points, y compris à ceux dotés d'une échelle limnimétrique, par l'équipe d'étude, entre Malanville et Koulou en amont du fleuve. Cependant, comme le niveau d'étiage n'a pas été mesuré à l'échelle limnimétrique à Tara en raison de l'altitude zéro (Zo) trop élevée (l'altitude n'a pas été prise), on est obligé de faire une étude de corrélation sur les niveaux pris aux 6 points ci-dessous, sauf à Tara.

Les résultats obtenus, indiqués dans le tableau 5.5.1-14, ont été différents de ceux d'étude de pré-factibilité. Cette différence est due à l'influence des rochers affleurants dans le lit du fleuve entre Katanga et Ouna et entre Sanafina et Albarkaize. On n'en avait pas suffisamment tenu compte dans l'étude de pré-factibilité. Dans la présente étude, on a précisément tenu compte de l'altitude des échelles limnimétriques, et on considère que la précision des données de mesure de niveau de 1988 est très bonne. Par conséquent, on peut penser que le niveau d'étiage entre les deux secteurs ci-dessus n'est pas continu (voir l'Annexe 5.5.1-20), et nous avons donc utilisé les résultats de cette étude. Mais, pour l'exécution du projet, il faudra mesurer le lit du fleuve entre ces deux secteurs, et améliorer la précision de la mesure du niveau d'étiage. Et entre Katanga et Ouna, du côté d'où part l'affluent, il faudra effectuer des travaux pour assurer le débit.

Tableau 5.5.1-14 Période d'Etiage de la Zone de Projet

(Unité: altitude en m)

Niveau	Koulou	Katanga	Ouna	Sanafina	Kouanza	Malanville
Etudes de Pré-factibilité						
Niveau Minimal en 1/2 Ans	159,20	*	157,28	*	*	154,94
Niveau Minimal en 1/10 Ans	158,60	*	156,63	*	*	154,38
Presentes Etudes						
Niveau Minimal en 1/2 Ans	-	158,83	157,62	157,62	155,84	154,70
Niveau Minimal en 1/10 Ans	-	158,46	157,23	157,23	155,40	154,27

Notes: 1) - Sans études.

2) * Estimé par Annexe 5.5.4-7.

(5) Estimation de la hauteur des vagues produites par le vent

1) Vitesse mensuelle maximale du vent et direction

Comme le montre l'Annexe 4.1.3-11, des relevés de vitesse maximale ont été effectués à Gaya entre 1970 et 1983, et on a enregistré la vitesse la plus importante, 36 m/s aux mois de juin et d'août. Ce type de vent est provoqué par un front froid. Les vents de plus de 30 m/s soufflent de mai à septembre parce qu'un front froid traverse le pays, et presque toujours du nord vers l'est.

Tableau 5.5.1-15 Vitesse Maximale et Direction de Vent Enregistrées en Mois

Désignation	Jan	Feb	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	An
Vitesse (m/s)	16	20	21	23	32	36	31	36	31	23	13	15	36
Direction	06,34	20	08	34	10	07	02	-	36	34	08	12	07,-

2) Vitesse maximale du vent et direction pendant la crue

La crue maximale du fleuve Niger dans la zone objet correspond à la crue locale qui se situe entre août et octobre. Nous étudierons donc la hauteur des vagues produites durant cette période.

L'Annexe 5.5.1-27 indique la répartition et la direction des vents forts enregistrés durant cette période. Elle montre qu'en général la direction du vent est nord-est. La plus grande partie de la digue à construire dans la zone du projet est orientée au sud-ouest, ainsi l'influence des vagues produites par les vents de nord-est sera faible. Par contre, la partie de la digue orientée nord-nord-est dans les méandres du Niger, sera soumise au vent du nord. Les vents du sud-ouest sont extrêmement rares, mais on en a enregistré soufflant à 27 m/s en septembre 1971. Il faudra donc tenir compte de deux types de vent dans la zone du projet.

Tableau 5.5.1-16 Vent Fort à Considérer dans la Zone de Projet

Appellation	Vitesse	Direction	Période Enregistrée
Vent-1	27 m/s	22 (Sud-Onest)	Septembre, 1971
Vent-2	31 m/s	36 (Nord)	Septembre, 1972

3) Etude de la hauteur des vagues

La hauteur des vagues a été estimée par la méthode Bretshneider. L'Annexe 5.5.1-28 montre les résultats obtenus. La hauteur des vagues sur la base d'une crue de probabilité centennale peut être résumée comme suit.

<u>Section</u>	<u>Hauteur de Vague (H)</u>
Katanga - Albarkaize	35 - 40 cm
Albarkaize - Tondika	50 cm

(6) Ruissellement depuis les bassins versants

Comme le montre l'Annexe 4.1.4-16, il existe un ruissellement depuis les bassins versants dans la zone du projet. Dans l'étude de pré-factibilité, on a étudié les bassins 1 à 17, et cette fois nous avons ajouté le bassin 0 à l'extrême sud et les bassins bas et humides à l'étude.

Dans l'étude de pré-factibilité, l'analyse a été faite à l'aide de la méthode RODIER-AUVRAY (ORSTOM) ordinairement employée au Niger. Pour obtenir le débit maximum (Q_{max}), l'indice P4 (bassin assez perméable) a été adopté en tant qu'indice de perméabilité des bassins (P1 à P5) qui servent à évaluer le coefficient de ruissellement (K_r) des bassins versants. Mais on pense que le coefficient de ruissellement estimé à partir de P4 est très bas, et ne correspond pas à la réalité (par exemple: détérioration d'un pont du bassin 12 où le ruissellement s'effectue vers Ouna). Par conséquent, nous avons effectué une enquête sur place et une étude afin de réviser la valeur de P et le coefficient de pente R en considérant l'importance des installations hydro-agricoles à construire.

Pour cette analyse, nous avons utilisé les documents ci-dessous.

1) Documents de référence pour l'analyse du ruissellement

Estimation des débits de crues décennales pour les bassins versants de superficie inférieure à 200 km² en Afrique occidentale

J. Rodier, C. Auvray, ORSTOM Oct. 1972

2) Carte pédologique

Carte pédologique de reconnaissance de la République du Niger

1:500.000 ORSTOM

3) Carte physique

Carte du bassin et carte des cours d'eau à 1: 50.000

La moyenne annuelle des précipitations dans la zone du projet est supérieure à 800 mm, elle est classée dans la zone tropicale.

L'Annexe 5.5.1-23 donne les résultats de l'analyse ci-dessus, qui donnent un maximum de ruissellement 50% supérieur au résultat de l'étude de pré-factibilité.

(7) Qualité de l'eau

Après avoir prélevé de l'eau dans les puits et dans le fleuve Niger, on a confié ces échantillons à l'INRAN, l'ONAREM ou l'ONFPC pour une analyse chimique et bactériologique (voir les Annexes 5.5.1-24 et 25).

Le résultat nous a montré qu'il n'y avait aucun obstacle chimique à l'emploi de l'eau du fleuve pour l'irrigation. Mais sur le plan bactériologique, la qualité de l'eau des puits était douteuse. Dans les puits peu profonds de la zone du projet (H=5 à 35 m), il y a infiltration des eaux usées, contamination fécale par l'intermédiaire du récipient utilisé pour puiser l'eau.

D'autre part, l'Annexe 5.5.1-26 indique les mesures faites à Kandadja sur le sable en suspension en juillet, c'est-à-dire au moment où sa densité est la plus forte. Sa densité maximale est de 513 ppm en juillet, avec une moyenne de 337 ppm. Mais l'on estime que cette ne peut pas provoquer de panne majeure, comme l'ensablement des stations de pompage.

5.5.2 Qualité de la Terre

On étudie ici la qualité de la terre qui servira de fondement pour la construction des digues de protection contre les crues et pour les autres ouvrages.

La zone du projet de l'aménagement agricole, est un terrain bourbeux sur le bord du fleuve Niger, composé d'alluvions argileux et de sable fin.

D'après les résultats de qualité du sol de Malanville, où on est en train de construire un pont, on a pu estimer que la couche d'alluvions avait une profondeur de plusieurs mètres, et excepté la couche superficielle de 1 à 2 m, et que la terre doit être compacte en profondeur.

Et on a pu penser que la qualité de la terre était approximativement la même d'Ouna en amont à Tondika en aval.

On pourrait donc utiliser de l'argile ou du sable argileux de la couche superficielle pour la construction de la digue de protection contre les crues et du canal d'irrigation. La hauteur de la digue du projet est en moyenne de 2,5 m, assez basse, mais l'enquête sur les projets similaires a montré qu'il n'y avait pas de cas de rupture de digue, qu'elles étaient stables et non dangereuses.

Cependant, l'extraction de sol s'effectue sur une zone large, des variations de qualité de sol sont à prévoir, et le contrôle sur place lors de l'exécution du projet sera nécessaire. Et, pour la construction de grands ouvrages, la station de pompage ou la vanne, une excavation de plus de 5 mètres de profondeur sera nécessaire, avec cette terre compacté, il n'y aura aucun problème de fondement (voir l'Annexe 5.5.2-1).

5.5.3 Projet de Protection Contre les Inondations

(1) Niveau de crue prévu

La digue devra être construite de manière à pouvoir résister même à une crue de probabilité centenaire. Les niveaux de crue de probabilité décennale et centenaire du fleuve Niger, calculés au paragraphe "Analyse hydraulique et météorologique", à proximité de la zone objet sont les suivantes:

Tableau 5.5.3-1 Niveau d'Inondation de Probabilité aux Points Principaux

Région	Intervalle Entre Secteurs	Niveau de Crue 1/10	Niveau de Crue 1/100
11.3 Koulou		163,79	164,42
11.4 Katanga	9,2		163,50
11.5 Ouna	3,5	162,60	163,21
11.6 Sanafina	4,7		162,93
11.7 Alberkaize	7,7	161,88	162,54
11.8 Monboy-Tounga	9,1		162,24
11.9 Kouanza	6,1	161,37	162,09
11.10 Tara	10,6		161,38

(2) Digue

1) Etude de l'alignement de la digue

L'alignement de la digue sera établi parallèlement au fleuve, à environ 35 m de la rive, en tenant compte de la commodité de l'apport de terre pour le terrassement et de l'érosion des zones à niveau d'eau peu élevé.

2) Revanche

En tenant compte de l'influence des vagues et de la vitesse du flux, on prévoit 0,60 m pour une crue de probabilité centennale afin d'éviter l'effondrement de la digue due à un débordement.

Cependant, pour un niveau de crue décennale, il est souhaitable de ménager un surplus de 1,20 m de hauteur, qui sera contrôlé.

3) Crête de digue

En corrélation avec le niveau d'eau aux points précédemment mesurés, on recherche le niveau de crue prévu au point le plus en amont et en aval de chaque zone et à l'emplacement des stations de pompage, et on ajoute la revanche pour déterminer la crête de digue. L'Annexe 5.5.3-1 en donne les résultats.

4) Coupe de la digue

La largeur minimale de la crête de digue prévue est de 3 m, largeur nécessaire pour assurer la stabilité, en admettant que la circulation des véhicules ordinaires soit interdite. Sauf la partie creusée par une ancienne rivière, la hauteur de la digue sera faible, de 2,0 à 3,0 m, et comme nous l'avons dit au paragraphe d'étude du sol, comme le fondement est relativement ferme, et en tenant compte du fait que le talus sera en sable argileux, on prévoit une pente de talus de 1:2,0 vers l'intérieur et de 1:2,5 vers l'extérieur de la digue.

5) Revêtement de la digue

La digue étant construite en terre du Niger, qui s'effrite facilement sous l'influence du climat, la crête de la digue devra être recouverte d'une couche de 15 cm, et ses flancs d'une couche de 10 cm de latérite pour freiner l'érosion due au vent et à l'eau, ce qui permettra de maintenir le terrassement. Comme il est prévu que le flanc extérieur du talus subira l'érosion à cause de l'enfoncement du trajet du fleuve, il sera renforcé par empierrement continu. Les protections suivantes sont prévues.

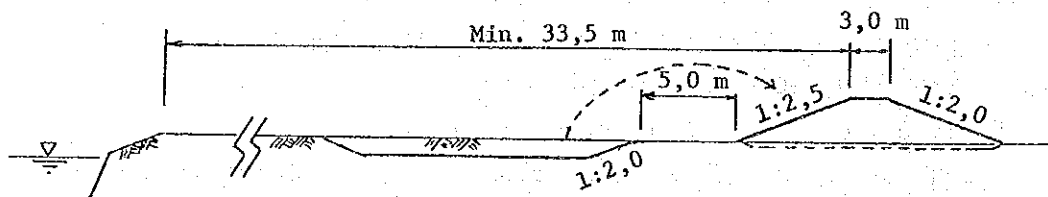
Tableau 5.5.3-2 Surface de la Digue en Pierre de Chaque Zone (m²)

Secteur	Emplacement	Surface
Z-1	Partie en Amont	300
Z-2	Station de Pompage	400
Z-3	Station de Pompage en Amont et en Aval	800
Z-4	"	800
Z-5	Station de Pompage	400
Z-6	Station de Pompage en Amont	1000

6) Terrassement de la digue

On utilisera en principe de la terre ne provenant pas de la digue pour le terrassement, et pour les parties plus profondes, en cas de besoin de la terre des terrains bas situés du côté intérieur de la digue. La figure ci-dessous montre la relation entre la terre prélevée et le terrassement.

Figure 5.5.3-1 Coupe de la Digue



5.5.4 Projet d'Irrigation

(1) Objectif

Ce projet se donne pour objectif l'alimentation en eau d'irrigation durant toute l'année afin de réaliser une double récolte de riz annuelle.

Mais à Ouna dans la zone du projet, le débit des affluents du fleuve Niger a été de 0 m³/s en 1988.

C'est pourquoi nous avons élaboré ce projet d'irrigation sur la conception suivante.

- 1) Comme à Ouna, il arrive que le débit soit de 0 m³/s pendant plus de 30 jours (1985-86, 1988), il faudra décaler la période de mise en boue de la rizière pour la première récolte qui exige une grande quantité d'eau avec cette période.
- 2) L'alimentation en eau s'effectuera par pompage. La capacité de l'installation sera définie par le temps de fonctionnement journalier, en tenant compte des périodes d'arrêt, de fonctionnement et d'entretien, etc. pour assurer une alimentation stable tout au long de l'année, ce qui rendra la production agricole visée possible.
- 3) On créera un réseau de canaux adapté à la zone du projet pour élargir la zone irriguée non seulement aux terrains bas où la culture est déjà possible grâce à l'eau du fleuve, mais aussi aux terrains en hauteur, ce qui permettra d'augmenter la production agricole.
- 4) Eventuellement, une augmentation de l'eau d'irrigation pourra être nécessaire à cause de la baisse du débit des nappes souterraines, il faudra donc étudier le débit de l'eau d'irrigation en tenant compte de ces conditions.

(2) Source d'eau pour l'irrigation

1) Débit du fleuve et utilisation de l'eau

Comme indiqué au paragraphe 4.8 "Développement agricole similaire", 33 secteurs ont déjà été développés, soit 6.905 ha, au bord du fleuve Niger et 2 secteurs d'une surface de 850 ha sont en cours d'aménagement.

Pour la surface déjà irriguée de 6.900 ha environ, la prise d'eau du fleuve Niger varie en fonction des saisons, mais elle peut être estimée à entre 5 et 15 m³/s.

D'autre part, à Gaya, le débit d'étiage de juin à juillet est variable, mais avec un débit minimum de 2 m³/s (juin 1985) à 266 m³/s (juillet 1955).

Durant l'année, le débit est minimal en juin et juillet, augmente en août, et atteint son maximum en septembre et en janvier. D'après des données anciennes concernant le débit d'étiage de juin et juillet, on constate qu'il est d'environ 21 m³/s en étiage quinquennal et d'environ 12 m³/s en étiage décennal. Pour pouvoir utiliser l'eau du fleuve Niger, le gouvernement insiste actuellement sur le projet de construction du barrage de Kandadji.

Grâce à ce barrage, on espère irriguer une superficie totale de 140.000 ha, comprenant 30.000 ha de cuvette et 110.000 ha de terrasse. Mais la concrétisation du projet de développement de la zone du projet en aval du fleuve Niger passe avant la construction de ce barrage, ce qui fait que ce dernier est en attente. Avec l'achèvement du barrage, une politique de gestion de l'eau sera mise en place, qui orientera l'utilisation future des eaux.

En attendant, on est obligé de suivre le système de culture à période de jachère correspondant à la période d'étiage (mai-

juin) du fleuve Niger. Le système de culture du présent projet s'appuie sur ce principe.

2) Qualité de l'eau

Le fleuve Niger charrie de la terre de culture d'amont en aval, et d'après les résultats obtenus au paragraphe "Qualité de l'eau", il n'y a aucun problème en ce qui concerne le PH et la teneur en sel de l'eau. De plus, il n'existe aucun élément en amont susceptible de provoquer une dégradation subite de la qualité de l'eau dans un avenir proche, ce qui fait de l'eau du fleuve Niger une eau adaptée pour l'irrigation. Par ailleurs, dans les autres aménagements similaires, il n'y a jusqu'ici eu aucun problème de bouchage ou d'usure du rotor au niveau de l'équipement de pompage dû à la qualité de l'eau. Donc, la qualité de l'eau ne pose actuellement aucun problème.

(3) Besoins en eau d'irrigation

1) Calendrier agricole

Comme l'indique le paragraphe 5.2.2, nous avons fait trois propositions pour le calendrier agricole, les avons comparées, et en tenant compte de la fourniture en eaux du fleuve Niger, les propositions B et C faisant coïncider la culture de la saison des pluies avec les mois d'avril-juin où les pluies sont faibles, et où le niveau des eaux du Niger est au plus bas, la prise d'eau au Niger sera donc difficile. Par conséquent, du point de vue de l'approvisionnement en eau, seule la proposition A est applicable.

Ci-après nous avons établi les besoins en eau pour la proposition A.

2) Calcul de l'évapotranspiration

Il est souhaitable d'avoir des données relatives aux besoins en eau par des essais et des résultats obtenus. Malheureusement, par manque de telles données, nous les obtiendrons ici de manière théorique.

Pour déterminer l'évapotranspiration ou les besoins en eau des céréales, il y a les méthodes suivantes:

Méthode de Blaney-Criddle

Méthode par radiation

Méthode de Penman

Méthode Pan-Evaporation

La méthode de Penman est précise, pourvu qu'on ait les données météorologiques requises. C'est cette méthode (méthode de Penman modifiée) qui sera adoptée pour ce projet.

Méthode de Penman

Il s'agit d'une méthode se composant de la diffusion de la vapeur d'eau dans l'air et d'un bilan thermique. L'évapotranspiration s'estime à partir de données météorologiques et du résultat d'observation du rayonnement net. La formule est comme suit, et les résultats du calcul figurent au paragraphe 5.5.1.

$$E_{To} = C \cdot [W \cdot R_n + (1 - W) \cdot F(u) \cdot (e_a - e_d)]$$

où: E_{To} : Evapotranspiration (mm/jour)

W : Facteur de température relative au poids

R_n : Rayonnement net correspondant à l'évaporation (mm/jour)

$$R_n = R_{ns} - R_{n1}$$

$$R_{ns} = 0,75 R_s$$

$$R_{n1} = f(t) \cdot f(e_d) \cdot f(n/N)$$

$$R_s = (0,25 + 0,50 \frac{n}{N}) R_a$$

- Rs : Radiation solaire correspondant à l'évaporation (mm/jour)
- n : Nombre d'heures d'ensoleillement (heures)
- N : Durée d'ensoleillement maximale (heures)
- Ra : Radiation reçues dans l'atmosphère (mm/jour)
- f(T): Facteur de température des grandes longueurs d'ondes
 $f(ed) = 0,34 - 0,044 \sqrt{ed}$
- f(n/N): Facteur dû A n/N dans les grandes longueurs d'ondes
 $f(n/N) = 0,1 + 0,9 n/N$
- F(u): Facteur dû au vent
 $f(u) = 0,27 (1 + u/100)$
- u : Vitesse journalière du vent à 2,0 m d'altitude (km/jour)
- ea : Pression de vapeur saturante par rapport à la température moyenne (mbar)
- ed : Pression réelle de la vapeur dans l'atmosphère (mbar)
- C : Facteur corrigé des conditions météorologiques du jour et de la nuit

3) Année repère et évapotranspiration mensuelle

Après avoir calculé l'évapotranspiration mensuelle de 1971 à 1987 par la méthode de Penman, on obtient la probabilité 1/10 de l'évapotranspiration annuelle, 2.857 mm. Cette valeur correspond à l'évapotranspiration de 1972, et on prendra cette année comme année repère. Et l'évapotranspiration moyenne est de 2.668 mm (voir l'Annexe 5.5.4-1).

Tableau 5.5.4-1 Evapotranspiration (ETo)

(Unité: mm/mois)

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1972 (Penman)	248	266	322	306	260	198	186	152	186	261	261	239	2.841
Moy. (Penman)	232	243	281	283	262	214	177	162	164	204	222	223	2.668

4) Quantité d'eau nécessaire à la culture

La quantité d'eau nécessaire à la culture s'obtient par une formule contenant le coefficient cultural (Kc) et l'évapotranspiration.

$$ET_{\text{crop}} = Kc \cdot ET_0$$

où: ET_{crop} : Quantité d'eau nécessaire à chaque culture (mm/jour)

Kc : Facteur déterminé à partir du type de culture et de sa phase de croissance

ET_0 : Evapotranspiration (mm/jour)

Calcul du coefficient cultural (Kc)

Pour chaque culture, le coefficient figure dans le "Dossier No. 24 FAO Irrigation et drainage".

Comme il s'agira principalement de la culture du riz aquatique en deux récoltes annuelles, le coefficient considéré sera comme suit:

<u>Période de croissance</u>	<u>Kc</u>
Premier mois	1,1
Second mois	1,1
Mois intermédiaire	1,25
Les 4 dernières semaines	1,0

5) Besoins nets en eau d'irrigation

Pour trouver les besoins nets en eau d'irrigation du riz paddy, on ajoute le volume d'eau infiltré, et on en soustrait la pluviosité effective attendue au cours de la période considérée.

(a) Eau nécessaire pour la mise en boue

Pour rendre boueuse environ 10 cm de la couche superficielle, il faudra 50 mm, plus 50 mm d'eau accumulée,

soit un total de 100 mm.

(b) Volume d'eau infiltrée

D'après l'étude du sol de la zone du projet, on estime que le volume d'eau infiltré est très faible. Mais comme nous n'avons pas de données à ce sujet au stade actuel de cette étude, il sera sans doute convenable d'utiliser 0,5 mm/jour, qui est la valeur mesurée par le projet de développement agricole de la cuvette du fleuve Niger.

(c) Précipitations effectives

On adopte pour obtenir les précipitations effectives la formule japonaise appliquée aux rizières:

- La limite supérieure des précipitations journalières est fixée à 80 mm, et la limite inférieure à 5 mm.
- Les précipitations effectives sont équivalentes à 80% de celles obtenues par la formule japonaise.

Les précipitations effectives de l'année repère (1972) à Gaya figurent dans l'Annexe 5.5.4-2.

6) Besoin total en eau

Le besoin total en eau se calcule en multipliant le besoin net en eau par l'efficacité d'irrigation. L'efficacité d'irrigation représente la somme de diverses efficacités.

Efficacité d'utilisation de l'eau	80%
Efficacité du transport	90%
Efficacité totale	72%

Le besoin total trouvé dans l'étude figure dans l'Annexe 5.5.4-4.

7) Besoin optimum en eau

Le volume d'eau unitaire pour l'année repère (1972) est maximum en mars (2.173 l/sec/ha). Et le volume optimum nécessaire par secteur est indiqué par le tableau 5.5.4-2.

A cet égard, les besoins en eau d'irrigation d'une année ordinaire s'obtiennent à partir de l'évaporation moyenne, l'évapotranspiration moyenne, et des précipitations moyennes. (Dans ce cas, les précipitations moyennes sont de 829 mm/an, ce qui est très proche de celles de 1985, qui sera adoptée ici.) Voir l'Annexe 5.5.4-5.

Selon le tableau, les besoins en eau d'irrigation atteignent leur maximum en mars, comme pour les années ordinaires, avec 1.904 l/sec/ha. Il n'y a donc que 10% de différence entre une année ordinaire et l'année repère.

Tableau 5.5.4-2 Besoin Optimum en Eau de Chaque Secteur

Secteur	Surface Irriguée (ha)	Besoin Optimum en Eau (m ³ /s)
Z-1	92	0,200
Z-2	135	0,293
Z-3	510	1,108
Z-4	687	1,493
Z-5	196	0,426
Z-6	569	1,236
Z-7	302	0,656
Total	2.491	5,410

(4) Pompe

1) Etude du nombre de stations de pompage à prévoir

Une station de pompage sera installée par secteur de la zone objet sur la base du principe de développement par étapes. L'installation d'une seule station de pompage dans un secteur de grande surface irriguée, procure les avantages suivants:

- a. Réduction des frais de fonctionnement par l'emploi d'une pompe de grand diamètre et de bon rendement.
- b. Réduction des frais de personnel par la simplification de l'opération et de l'entretien de la pompe.

De l'autre côté, les problèmes suivants se posent:

- a. Inconvénients pour l'entretien des canaux quand la distance entre la source et la rizière finale est longue, ce qui demande beaucoup de temps pour la distribution de l'eau.
- b. Gros dégâts sur une échelle assez vaste en cas de panne de la pompe.
- c. Inconvénients dans l'utilisation des pièces, qui ne sont pas interchangeables entre des pompes prévues pour des surfaces différentes et de diamètre non uniforme.
- d. Augmentation du coût des travaux ou des travaux de terrassement pour ces parcelles pratiquement identiques.

En tenant compte des éléments ci-dessus et des cas semblables dans des projets similaires, on arrive au nombre de pompes suivant pour chaque secteur de la zone objet.

Tableau 5.5.4-3 Secteur et Nombre de Pompes

Secteur	Surface Objet (ha)	Surface à Irriguer (ha)	Nombre de Stations de Pompage
Z-1	194	92	1
Z-2	189	135	1
Z-3	677	510	2
Z-4	1.052	687	2
Z-5	430	196	1
Z-6	874	569	2
Z-7	484	302	1
Total	3.888	2.491	10

2) Etudes diverses

(a) Volume d'eau pompée

Le volume d'eau pompée prévu se fonde sur les besoins en eau calculés dans le paragraphe Projet d'irrigation, et pour éviter la charge excessive due à un fonctionnement excessif de la pompe, on fera en sorte que la durée de fonctionnement quotidienne maximale soit équivalente à 18 heures et en moyenne de 16 heures. Il est souhaitable de prévoir un plan permettant un fonctionnement de 8 à 10 heures par jour. Et si l'on calcule le volume d'eau pompée unitaire à partir de ce temps adapté, on obtient:

Nbre maximal d'heures de fonctionnement
annuel pour ce projet (mars 1972)

$$2.173 \times 24/18 = 2,90 \text{ l/s/ha}$$

Moyenne annuelle maximale (mars, année moyenne)

$$1,904 \times 24/16 = 2,86 \text{ l/s/ha}$$

Si l'on prend 3,0 l/s/ha en se laissant une marge, on obtiendra 9,7 heures de fonctionnement pour les années projet, et 8,5 heures pour les années ordinaires par jour. D'autre part, au moment de la mise en boue, on atteindra un maximum de 20 heures, ce qui reste convenable. Le volume pompé sera donc de 3,0 l/s/ha.

(b) Niveau d'aspiration d'eau

Le niveau d'aspiration d'eau de la pompe est fixé en fonction de la période d'étiage de probabilité décennale. Selon les données sur le fleuve Niger, le niveau de ses eaux a tendance à être plus haut d'environ 2,0 m à la fin mars où les besoins en eaux sont maximum qu'en période d'étiage en juin. En s'assurant une marge, on ajoutera 1,5 m le niveau d'étiage de probabilité décennale pour déterminer le niveau d'aspiration pour le projet. L'Annexe 5.5.4-10 donne le résultat de ce calcul. Le niveau d'étiage de probabilité décennale aux emplacements des différentes stations de pompage sera établi par corrélation des niveaux d'eau en fonction du niveau d'étiage décennal mesurés pour l'analyse hydrologique.

(c) Niveau de refoulement d'eau

Le niveau de refoulement d'eau est le niveau d'eau aux points d'alimentation en eau nécessaire pour refouler le volume d'eau maximum.

Niveau de refoulement d'eau = altitude standard de la rizière + 0,40 + L/I + 0,05 N

où: L: Extension du canal jusqu'à la rizière standard (m)

I: Pente du talus

N: Nombre de rigoles

3) Installation de la pompe

(a) Hauteur de pompage prévue

On obtiendra la hauteur de pompage en ajoutant la perte hydraulique totale lors du pompage, 0,50 m, à la différence entre le niveau d'eau aspiré et le niveau d'eau refoulé.

(b) Type, diamètre et nombre

Le niveau d'eau du fleuve Niger varie de 7,0 à 8,0 m entre la période de crue et la période d'étiage.

Et la course de pompage varie considérablement de 0 à 7,0 m. Il faut donc une pompe à la fois efficace et économique sur le plan de la structure, ce qui laisse le choix entre deux types: pompe à axe vertical et pompe immergée.

Nous recommandons l'usage de la pompe à axe vertical dans la zone du projet, une zone isolée où les conditions naturelles sont sévères pour les raisons suivantes:

- i) Cette pompe largement employée tombe rarement en panne, et assurera un fonctionnement stable pendant longtemps.
- ii) Le moteur étant de type ordinaire, et comme elle est installée sur le sol, les pannes sont rares, l'entretien et les réparations n'exigent pas de connaissances techniques approfondies.
- iii) Du point de vue de la structure, elle a une durée de service plus longue que la pompe submersible, ce qui la rend plus économique.

De plus, pour les raisons indiquées ci-dessous, les pompes installées au Niger qui doivent être remplacées dont les performances baissent fortement, ou les nouvelles pompes

installées sont toutes des pompes immergées.

- i) Les pompes à axe vertical installées au début de l'exploitation avaient beaucoup de pannes, et leur performance baissait rapidement. Comme il fallait des connaissances techniques pour leur retrait/installation, leur retrait demandait du temps, et souvent les stations restaient en panne très longtemps.
- ii) L'installation/retrait des pompes immergées était simple, et leur inspection et entretien s'effectuait en très peu de temps.
- iii) Comme les frais d'installation étaient moins élevés que pour la pompe à axe vertical, on pouvait réduire l'investissement initial.

Il reste cependant le problème de l'inspection/entretien des moteurs spéciaux, mais sur les autres plans il n'y en a pas. Ici, nous conformant au désir des Nigériens, nous choisirons une pompe immergée.

Les pompes auront le diamètre suivant et seront au nombre suivant.

- i) Elles seront au nombre de 3 ou 4 afin d'être utilisées efficacement selon les variations de l'eau d'irrigation selon les périodes.
- ii) Au moyen des pièces interchangeables, nous ferons en sorte que leur diamètre soit identique.
- iii) Nous choisirons une pompe efficace et de diamètre ordinaire (300 ou 400 mm). En tenant compte du niveau technique de la zone du projet, le volume pompé pour chaque diamètre sera le suivant.

Dia. 300 mm	120 à 180 1/s
Dia. 350 mm	180 à 270 1/s
Dia. 400 mm	270 à 340 1/s

L'Annexe 5.5.4-6 montre les résultats obtenus en choisissant les diamètres et nombres précités.

(c) Moteur

a) Choix du type de moteur

La pompe immergée, d'une conception monobloc, est menée par un moteur spécial. Il faudra donc une source d'énergie à part.

b) Puissance du moteur

La formule ci-dessus donne la puissance du moteur.

$$P_m = \frac{0,163 \times H \times Q}{\eta_P} \times (1 + e)$$

où: P_m : Puissance du moteur (kW)

H : Course (m)

Q : Volume pompé (m³/min)

η_P : Efficacité de la pompe

e : Indice de tolérance du moteur = 0,15

L'Annexe 5.5.4-7 donne le résultat des calculs.

(d) Installations électriques

L'alimentation en électricité des moteurs sera soit effectuée en relation avec le réseau de la Nigelec, soit par générateur diesel installé à chaque station de pompage. Si le réseau électrique arrive à proximité de la zone du projet, ce sera facile et économique, mais pour le site de ce projet, il n'y a pas de projet d'électrification. A proximité, la ville de Gaya est électrifiée, mais elle est éloignée de 20 à 50 km, et la capacité de ses installations 210 kW est insuffisante.

C'est pourquoi si l'on souhaite amener l'électricité de Gaya pour ce projet, il faudra effectuer des travaux de grande envergure. Et si les travaux de la compagnie d'électricité ne peuvent pas être achevés en temps voulu, il faudra installer des groupes électrogènes, et nous avons également étudié la possibilité de la mise en place de groupes électrogènes diesels, et comparé les deux.

Si l'on électrifie, les frais d'installation seront de 560 millions F CFA, ce qui nécessite un investissement initial relativement important, mais si l'on considère les charges d'amortissement et les frais de fonctionnement-gestion annuels (si l'on achète l'électricité), ils seront de 414 millions F CFA, alors que pour le diesel, il faut compter 511 millions F CFA, à longue échéance, l'électricité serait donc moins chère. Les frais de combustible des groupes diesels est relativement cher, et le gaspillage de combustible fossile précieux serait important. L'Annexe 5.5.4-8 donne les détails de la comparaison.

D'après notre enquête sur place, la compagnie d'électricité Nigelec est également prête à effectuer les travaux d'électrification nécessaires pour ce projet. Et cette installation contribuerait également à accélérer l'électrification de la zone alentours. En tenant compte de ces éléments, nous avons opté pour l'alimentation électrique après discussion préalable approfondie de l'adaptation du présent projet avec un projet d'électrification.

(e) Temps de fonctionnement des pompes

Si l'on considère que le volume d'eau pompé du projet est de 3 l/s/ha, le temps de fonctionnement des pompe correspondant en tenant compte des variations périodiques, sera de 2.936 heures par an, ce qui correspond à un maximum journalier de 17,4 heures et à une moyenne de 9,7 heures. Et en fonctionnement moyen, on aura 2.558 heures par an, soit un

maximum de 15,2 heures par jour et de 8,5 heures en moyenne.
L'Annexe 5.5.4-9 donne les détails de ces calculs.

4) Projet des stations de pompage

(a) Choix des emplacements

Pour le choix de l'emplacement des stations de pompage, il faut trouver un fondement stable dans la zone du projet à rocs affleurants dans le cours du fleuve. Ainsi nous avons choisi principalement des emplacements assurant une prise d'eau stable sur une période longue, situés aux environs des cuvettes, où le cours du fleuve est constant, en tenant compte de leur positionnement avantageux du point de vue de l'alimentation électrique et du transport des matériels, et d'une prise d'eau aussi proche que possible des canaux. Et pour éviter toute gêne entre la prise d'eau de la station en amont de Z4 (P4-1) et celle de la station en aval de Z3 (P3-2), et assurer une prise stable, nous avons opté pour le confluent du fleuve Niger et de son affluent.

(b) Plan de réservoir d'aspiration

Ses dernières années, le fleuve Niger a tendance à s'assécher, et durant la période d'étiage, son niveau d'eau est parfois anormalement bas, et dans les projet similaires, il arrive que temporairement, certaines stations ne puissent plus prendre d'eau. C'est pourquoi nous proposons la création de réservoir d'aspiration pour assurer une prise d'eau convenable en tenant compte des variations du lit du fleuve et baisse de niveau au-dessous du niveau d'étiage. C'est pourquoi nous avons décidé d'installer les pompes à une hauteur permettant l'aspiration même si le niveau de prise descend à 0,5 m au-dessous du niveau d'1/10 du débit minimal. L'Annexe 5.5.4-10 indique le niveau d'eau du projet et le niveau des réservoirs d'aspiration pour chaque station.

(5) Canaux

Un réseau de canaux est prévu pour distribuer l'eau d'irrigation dans tous les secteurs de la zone objet. Il faudra ménager un intervalle de 600 m entre les canaux et les faire passer autant que possible sur les parties hautes de la zone pour réduire les travaux de terrassement.

1) Volume d'eau à envoyer

Le volume d'eau à envoyer sera limité par le volume de refoulement de la pompe. On trouvera le volume d'eau ponctuel par la formule $q = 3,0 \text{ l/s/ha}$ en admettant que l'eau d'irrigation par unité de surface soit équivalente au volume d'eau pompée prévu.

2) Section verticale de l'eau envoyée

La section verticale de l'eau envoyée s'obtient par la formule suivante:

$$Q = K \cdot S \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

où : Q : débit (m³/s)

S : surface de la section (m²)

R : profondeur (m)

I : pente du canal

K : coefficient de débit :

canal de revêtement en béton 60

canal en terre 30

3) Pente

Si la pente est importante la coupe du canal sera petite, mais le terrassement sera important, et vice versa. La zone objet ayant une configuration très égale, nous ferons une étude en tenant compte du positionnement du projet pour en faire un projet longitudinal économique.

4) Structure de la section de canal

La section du canal d'irrigation sera recouverte de plaques de béton minces pour les raisons suivantes.

- a) Pour utiliser efficacement l'eau d'irrigation prélevée d'une source limitée au moyen d'une énergie précieuse, il faudra une structure permettant de réduire au minimum la perte d'eau durant l'envoi.
- b) Avec le canal en terre, on rencontre les problèmes suivants pour le flux de l'eau: croissance des végétaux et dégradation du talus.
- c) Avec un canal en terre dont la durée de service est courte, à long terme, l'agriculteur sera soumis à de lourdes charges pour la remise en état de l'installation.
- d) Le canal recouvert de béton, de section compacte, permet de réduire la largeur du canal et d'augmenter la surface à développer.

5) Configuration longitudinale et dimensions des canaux

En tenant compte de la superficie contrôlée par les canaux, nous avons choisi de construire des canaux trapézoïdes inclinés à pente inclinée à 1/1. Et nous avons étudié les 8 types suivants de dimensions longitudinales selon le débit en vue de la normalisation et de la simplification des installations du projet.

Type 1		\leq	Q	\leq	30 l/s
Type 2	30 l/s	<	Q	\leq	60 l/s
Type 3	60 l/s	<	Q	\leq	90 l/s
Type 4	90 l/s	<	Q	\leq	150 l/s
Type 5	150 l/s	<	Q	\leq	300 l/s
Type 6	300 l/s	<	Q	\leq	600 l/s
Type 7	600 l/s	<	Q	\leq	900 l/s
Type 8	900 l/s	<	Q	\leq	1200 l/s

Nous avons calculé le débit sur la base des conditions précitées et défini les sections des 8 types de canaux comme suit.

L'Annexe 5.5.4-11 montre les sections standard des canaux avec une largeur de crêtes de talus conforme aux normes nigériennes de 0,50 m pour $Q < 100$ l/s et de 1,00 m pour $Q > 100$ l/s. Et les Annexes 5.5.4-22 et 5.5.4-23 indiquent respectivement les détails des résultats des calculs de longueur des canaux par type pour chaque secteur.

Tableau 5.5.4-4 Types des Canaux et Spécifications

Type	b (m)	Q (m ³ /s)	$\frac{1/K.Q}{11/2b^{8/3}}$	h (m)	A (m ²)	V (m/s)	Fb (m)	H (m)
I	0,35	0,03	0,822	0,28	0,176	0,170	0,12	0,40
II	0,40	0,06	1,151	0,37	0,296	0,202	0,13	0,50
III	0,50	0,09	0,952	0,44	0,400	0,225	0,16	0,60
IV	0,60	0,15	0,976	0,52	0,582	0,258	0,18	0,70
V	0,80	0,30	0,907	0,67	0,985	0,305	0,18	0,85
VI	1,00	0,60	1,000	0,88	1,654	0,363	0,17	1,05
VII	1,20	0,90	0,922	1,01	2,232	0,403	0,19	1,20
VIII	1,40	1,20	0,815	1,11	2,786	0,431	0,19	1,30

5.5.5 Drainage

(1) Objectif

Le projet de drainage sera étudié en tenant compte des points suivants:

- 1) Le drainage de l'eau de pluie s'effectuera sur la base de 100 mm de précipitations journalières en probabilité décennale.
- 2) Le drainage de l'eau en réserve prendra 3 jours étant donné la réserve de la rizière.
- 3) Le drainage par pompe est à considérer, car la période des pluies pourrait coïncider avec la période de crue (au-dessus de la surface de la rizière) d'après les données existantes.
- 4) Il faudra prévenir une inondation des installations d'irrigation due à un afflux temporaire d'eau sale charriant du sable venue de l'extérieur au moment des fortes précipitations.
- 5) Le débit de drainage ordinaire sera calculé sur le débit maximal pour une profondeur de 5 cm de l'eau maintenue pendant la culture.

(2) Surface à drainer

La surface à drainer peut se diviser en deux selon la période, sèche ou pluvieuse. Voir le tableau ci-dessous.

Il conviendrait de considérer seulement la surface irriguée pour la saison sèche, mais il faut tenir compte de l'afflux des terrains d'habitation et herbages environnants et du bassin versant. Le tableau statistique de l'afflux indique les canaux d'évacuation et la superficie (voir les Annexes 5.5.5-1 à 7).

(3) Afflux depuis la zone à aménager

1) Afflux en période pluvieuse

L'afflux des champs, des lieux d'habitation, du bassin versant et celui des rizières sont classés séparément car leurs mécanismes sont différents.

a) Afflux des champs, des lieux d'habitation

La superficie du bassin environnant est faible (moins d'1 km²). Les différences de niveau étant minimales, on pense que l'arrivée d'inondation se produirait en moins d'une heure. Nous avons donc calculé le débit d'inondation par une formule rationnelle, comme suit.

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \cdot f \cdot r_e \cdot A$$

où Q_p : Afflux maximal (m³/s)

f : Coefficient d'afflux on pose $f = 0,1$

r_e : Intensité des chutes de pluies moyennes jusqu'à l'inondation (mm/h)

A : surface d'accumulation des eaux (km²)

On utilise la formule suivante pour déterminer l'intensité des chutes de pluies horaires à partir de 100 mm de pluies par jour 1/10.

$$r_e = \frac{r_{24}}{24} \left(\frac{24}{T} \right)^{2/3}$$

si $r_{24} = 100$ mm et $T = 1$ heure

$$r_e = \frac{100}{24} \left(\frac{24}{1} \right)^{2/3} = 35 \text{ mm}$$

et

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \times 0,1 \times 35 \times 1 = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2 \\ = 10 \text{ l/s/ha}$$

Par conséquent, on a calculé que l'afflux optimum des champs et lieux d'habitation autour des rizières était de 10 l/s/ha.

b) Afflux des rizières

Pour limiter au maximum l'afflux dans les canaux d'évacuation, en tenant compte de l'accumulation sur la rizière, on pense que l'évacuation se fera peu à peu en 3 jours.

Le débit total d'évacuation par unité de surface P(m³/ha) et le débit d'évacuation unitaire q (l/s/ha) sont comme suit.

$$P = (P_{10} - E \times 3 - I \times 3 - h) \times 10$$

$$\text{où } q = \frac{P}{3,6 \times 72}$$

P : Débit total d'évacuation total (m³/ha)

P₁₀ : Précipitation journalière décennale (mm/jour) P₁₀
= 100

E : Evapotranspiration (mm/jour) E = 7

I : Volume infiltré (mm/jour) I = 0,5

h : Profondeur d'eau accumulable sur la rizière (mm)
h = 40

q : Débit d'évacuation unitaire (l/s/ha)

$$P = (100 - 7 \times 3 - 0,5 \times 3 - 40) \times 10 = 375 \text{ m}^3$$

$$q = \frac{375}{3,6 \times 72} = 1,45 \text{ l/s/ha}$$

c) Afflux du bassin versant

On a calculé l'afflux du bassin versant sur la base de chutes de pluie journalières décennales 100 mm (1/10). Les résultats sont indiqués dans l'analyse hydrologique du paragraphe 5.5.1. Nous avons pensé évacuer ces eaux dans le fleuve Niger à part, mais pour cela il faudrait unifier les canaux d'évacuation, ce qui les rendrait trop grands, aussi nous avons décidé de faire passer une partie de ces eaux dans la zone du projet. Cependant nous ferons en sorte que la zone soit sous moins de 30cm d'eau (voir l'Annexe 5.5.5-8).

2) Afflux en saison sèche

L'afflux en saison sèche a été calculé à partir du débit d'évacuation moyen lors de l'évacuation exécutée pour la culture du riz. Et d'après les exemples de rizières existantes, on a calculé que $q = 20 \text{ l/s/ha}$.

(4) Installations

1) Canaux d'évacuation principaux et secondaires

A cet effet, on utilisera autant que possible les canaux existants qui sont des canaux de terre. La pente de ces canaux sera de 1:1,5, la largeur du fond du canal B, la profondeur de l'eau H, le coefficient de canal 30, et la section longitudinale de la pente de 1/5000. Nous utiliserons des canaux d'évacuation à section de 7 types, qui seront choisis selon le débit d'évacuation.

Le calcul du débit est fait avec la méthode de Manning-Struckler.

L'Annexe 5.5.5-1 indique les types de canaux d'évacuation et autres éléments.

Tableau 5.5.5-1 Spécifications des Canaux d'Evacuation

Type	B (m)	H (m)	I	V (m/s)	Q m ³ /s
A-I	0,4	0,4	1/5.000	0,15	0,061
A-II	0,6	0,6	"	0,20	0,181
A-III	1,0	0,6	"	0,21	0,245
A-IV	1,2	0,8	"	0,26	0,492
A-V	1,0	1,0	"	0,31	1,084
A-VI	3,0	1,2	"	0,41	2,350
A-VII	3,0	1,5	"	0,41	3,229

2) Canaux d'évacuation séparés

Si l'on tient compte seulement du débit maximum pour la construction des canaux d'évacuation séparés pour drainer les eaux directement dans le fleuve Niger, ils seront trop importants.

Le ruissellement s'accumule actuellement temporairement dans le bassin versant à cause des routes régionales entourant la zone du projet. Ainsi on obtiendra une valeur largement inférieure à la valeur maximale calculée. Aussi, dans ce projet on tiendra compte du débit total, et on calculera la section permettant l'évacuation en un jour.

3) Goulotte d'évacuation

Les goulottes d'évacuation seront en béton en forme de caisson. Leur section sera proche de celle des canaux d'évacuation, mais la vitesse du flux sera fixée de 1 à 2 m/s. Sur toute la section, pour simplifier le contrôle, on installera une vannet à clapet évitant tout reflux et une vanne à glissement sur le côté digue pour contrôler totalement les inondations.

4) Pompe

Les pompes serviront principalement à l'irrigation, mais elles pourront également, en cas de besoin, servir à l'évacuation. Cela parce qu'en principe, les eaux dans le périmètre seront évacuées par la gravité naturelle. Mais le niveau des eaux du Niger peut empêcher l'évacuation naturelle. Les pompes à installer ont double fonction, et évacuent les eaux dans les canaux d'évacuation.

5.5.6 Aménagement de la Rizière

La surface à irriguer sera nivelée, et le sol rendu de consistance uniforme par le labour, et par l'arrangement de la forme des secteurs, la création de canaux d'évacuation et des pistes principales, et des sentiers agricoles, on aménagera cette base de production pour obtenir une productivité stable sur une zone équilibrée.

(1) Aménagement des secteurs

Au Niger, la parcelle de rizière est fixée à 0,5 ha selon la conception du développement du pays. La longueur de parcelle convenable est de 100 à 150 m du point de vue de la configuration et de la commodité de drainage ou de prise d'eau. Du point de vue des frais des travaux à effectuer, il vaut mieux que la parcelle soit longue, mais si l'on tient compte du labour effectué par le bétail et du transport manuel, il est souhaitable que la parcelle soit courte.

Ici on fixera les dimensions de la parcelle à 150 m x 33,33 m. D'autre part, on morcellera en 1/2 ou 1/3 une parcelle pour laquelle les frais d'aménagement seront plus importants à cause de l'allongement d'un côté et de la mise en pente rapide, ce qui exigera beaucoup de terre. La longueur d'une unité de gestion (rigole terminale) ou la distance entre le premier et le second canal d'irrigation principal et le premier et le second canal de drainage principal sera limitée à 300 m pour la dimension du canal de drainage, celle du canal tributaire et pour le transport des céréales. Par conséquent, la surface standard d'une unité irriguée à gérer sera de $300 \times 300 = 9,0$ ha. L'Annexe 5.5.6-1 indique l'aménagement des rizières.

(2) Canal tributaire et canal d'évacuation tributaire

On construira un canal tributaire dans la rizière dominée par le rigole terminale pour distribuer l'eau à chaque parcelle. Ce canal sera doté d'un système permettant une distribution égale et efficace. En aval de la parcelle, on construira un canal d'évacuation tributaire pour le contrôle du niveau de l'eau de réserve, le contrôle de la vidange et le drainage de l'eau de pluie. Ce canal sera trapézoïde est en terre. La section standard des canaux tributaires et canaux d'évacuation tributaires devra permettre l'évacuation des débits ci-après.

Canal tributaire $3 \text{ l/s/ha} \times 9,6 \text{ ha} = 27 \text{ l/s}$

Canal d'évacuation tributaire $2 \text{ l/s/ha} \times 4,5 \text{ ha} = 9 \text{ l/s}$

L'Annexe 5.5.6-2 indique la section standard des canaux d'évacuation tributaires.

(3) Piste

Des pistes sont prévues le long du premier et du second canal principal, pour relier par endroits les deux canaux. La largeur de la piste sera de 5,0 m, elle sera couverte de 0,15 m de latérite, sa largeur efficace étant de 4,0 m. Elle permettra la circulation de véhicules lourds. On créera également le long du canal de drainage tributaire une autre piste en terre réservée aux travaux d'une largeur de 3,0 m.

L'Annexe 5.5.6-2 donne le schéma standard des pistes et des sentiers agricoles.

5.5.7 Rizières Modèles

La formation agricole est indispensable pour passer de l'agriculture extensive traditionnelle à la culture intensive du riz aquatique à 2 récoltes annuelles.

Faute d'expérience dans la culture du riz avec irrigation par pompage, il faudra assister les agriculteurs sur place.

Une rizière modèle sera créée, on formera les premiers agriculteurs qui habitent dans le voisinage, leur apprendra la méthode de culture.

On enverra des gens qui ont déjà expérimenté la culture du riz irrigué pour donner des cours pratiques sur la culture, l'engraissement, le contrôle de l'eau et l'amélioration des variétés. Les rizières auront les dimensions suivantes.

- 1) Surface: 3 ha
- 2) Centre de formation agricole: dortoir (pour les salles de cours, entrepôts, on utilisera des installations d'assistance.)

5.6 Exécution du Projet

5.6.1 Généralités

Les projets d'irrigation ont apporté des progrès remarquables au Niger, mais ils n'ont atteint que 70% de leur objectif.

Ces dernières années, l'objectif annuel de 700 ha n'a pas pu être atteint à cause des travaux de restauration des installations déjà existantes.

Pour sortir de cette situation, le gouvernement nigérien souhaite réaliser rapidement le présent projet.

Ainsi, à partir de juin 1989, après l'achèvement de la présente étude, le gouvernement nigérien fera avancer rapidement le projet en demandant la coopération de pays industrialisés et s'adressera à des organismes internationaux pour le financement.

Le commencement des travaux sera décalé selon les secteurs, et les travaux divisés en Phase I et Phase II. La Phase II commencera un an après la Phase I.

Les Z-4 et Z-6 feront l'objet de la Phase I, et les autres secteurs (Z-1, Z-2, Z-3, Z-5, Z-7) l'objet de la Phase II.

La Phase I sera programmée de manière à ce que les études détaillées soient faites immédiatement après la fin de la présente étude de factibilité. Les travaux démarreront en 1990 après la signature du contrat de financement et du marché d'exécution.

La Phase II commencera un an après l'achèvement de la Phase I, après un an de mise en attente, ensuite la conception du projet et la conclusion du contrat d'exécutant demanderont un an, et les travaux démarreront en 1991.

La durée des travaux sera de trois ans pour chaque secteur, et ils seront effectués en période sèche (voir l'Annexe 5.6-1).

La période de démarrage des travaux des Phases I et II étant différente, et pour les travaux de la Phase I, on n'avait pas pu contrôler l'inondation avec la digue seule, et une digue provisoire doit être construite (après l'achèvement des travaux, elle deviendra une piste principale).

Les stations de pompage seront électriques, et l'électricité sera amenée de Gaya.

5.6.2 Procédé d'Exécution

(1) Organisme d'exécution du projet

L'organisme responsable de ce projet est la Direction de l'aménagement et de l'équipement rural du Ministère de l'agriculture et de l'environnement.

Le service des aménagements hydrauliques de cette direction sera chargé de suivre l'exécution des travaux (voir l'Annexe 5.6.2-1).

(2) Procédé d'exécution

Voici un résumé des travaux d'exécution principaux.

1) Voies de communication

Il s'agit des pistes nécessaires pour les travaux du projet à créer en relation avec les routes existantes, qui seront en terre compactée d'une épaisseur de 40 cm, amenée des terrains les longeant. Ces pistes seront recouvertes de latérite. Les canaux d'évacuations qui croisent les pistes, seront des buses qui seront enterrés par 4 selon la taille des canaux d'évacuation.

2) Dignes

On utilisera le sol des terrains à l'extérieur des digues pour construire celles-ci, et la terre sera soigneusement entassée pour leur construction. La terre de surface sera de la latérite que l'on trouve aux environs de la zone objet ou de la terre mélangée de gravier.

3) Canaux d'irrigation

Les canaux d'irrigation seront pavés de la même façon que ceux des projets similaires exécutés au Niger, avec une mince couche de béton. Dans beaucoup de cas, des parties des canaux d'irrigation sont en terre entassée, et on utilise la terre des environs, en procédant comme pour les digues.

4) Canaux d'évacuation

Ce sont des canaux simples, et pour la plupart, les canaux d'évacuation existants pourront être utilisés, au cas où la section de passage ne serait pas suffisante ou si le lit du fleuve est élevé, on creusera pour leur donner la section standard du projet.

5) Stations de pompage

Les travaux fondamentaux seront, autant que possible exécutés durant la période d'étiage de la saison sèche, et on évitera les dépenses importantes pour les ouvrages temporaires et pour évacuer l'eau.

6) Aménagement des rizières

Autant que possible du point de vue du relief, les parcelles seront de 150 m x 33,33 m, soit 0,5 ha. L'emplacement des canaux d'irrigation et de drainage, et des pistes sera établi, et en cas de terrain en pente raide, on ne s'en tiendra pas nécessairement aux formes géométriques. Pour réduire les frais des travaux, on essaiera de réduire le volume de sol déplacé.

5.6.3 Programme des Travaux

Le programme des travaux, comme l'indique le résumé de projet d'exécution du paragraphe 5.6.1 et le tableau 5.6.3-1, se divisera en deux éléments.

Pour chaque secteur, après une période d'un an du contrat de plan d'exécution, les travaux commenceront, et ils dureront 3 ans.

Le programme des travaux essentiels est le suivant.

1) Voies de communication

Il faudra d'abord créer les voies nécessaires au transport dans chaque secteur de la zone objet. On évitera autant que possible la saison des pluies.

2) Dignes

Pour chaque secteur, les travaux auront lieu durant les 4 mois d'étiage, de mars à juillet. Elles seront terminées durant cette période pour permettre d'effectuer les travaux dans les différents secteurs même durant la période d'inondation.

3) Canaux d'irrigation

Autant que possible, on évitera la saison ds pluies, juillet-août, pour exécuter les travaux.

4) Canaux de drainage

Ces travaux étant quasiment impossibles durant la saison des pluies (juin-septembre), ils seront effectués durant la saison sèche.

5) Stations de pompage

Les travaux de fondation et de prise d'eau seront effectués en période d'étiage, entre avril et juin, et les travaux concernant la partie supérieure des réservoirs d'aspiration et les abris seront effectués en dehors de la saison des pluies (juillet-août).

6) Aménagement des rizières



Comme pour les travaux des canaux de drainage, cet aménagement difficile à exécuter de juin à septembre, sera effectué en saison sèche.

Tableau 5.6.3-1 Programme d'Exécution

Secteur	Surface Irriguée (ha)	Digue (km)	1989		1990		1991		1992		1993		1994		1995	
			Jui	Oct	Jui	Oct	Oct	Oct	Oct	Oct	Oct	Oct	Oct	Oct	Oct	Oct
Z-1	116	6,1														
Z-2	135	3,4														
Z-3	510	7,9														
Z-4	687	6,9														
Z-5	196	2,4														
Z-6	569	6,7														
Z-7	302	5,7														
Total	2.491	39,1														
Etude de Factibilité (JICA F/S)			Juin													

Notes: 1) Travaux de construction (Phase I) font l'objet de Z-4 et Z-6 totalisant 1.256 ha comme superficie à irriguer.

2) Travaux de construction (Phase II) font l'objet de Z-1, Z-2, Z-3, Z-5 et Z-7 totalisant 1.259 ha comme superficie à irriguer.

3) Les symboles ci-après représentent:  études, analyses et contract et  durée des travaux.

5.7 Coût du Projet

5.7.1 Aperçu

Le Ministère de l'agriculture et de l'environnement est en train d'établir un barème pour le calcul des frais des travaux. Actuellement, la méthode de calcul des frais des travaux est d'estimer ces frais en se référant aux projets achevés ou au devis estimatif d'entreprises privées.

Ainsi, dans notre enquête, en nous référant à l'exemple de calcul pour les projets récents de Kourani Baria, Daibery, Dembou, Lata et aux prix unitaires intégrés de référence de l'ONAHA, et en convertissant la base standard japonais aux conditions locales, nous avons établi des prix unitaires par type de travaux.

Comme les différences sont importantes pour les prix unitaires des matériaux de base (essence, ciment, ferraille, bois, etc.) et de la main-d'oeuvre, nous considérons des prix fixes. Après étude du marché, l'ONAHA et les entreprises privées disposant des modèles adaptés et d'un nombre suffisant de machines de construction, pour les frais de machines, nous considérerons les frais de location-vente.

Au Niger, le principe d'investissement pour les travaux d'aménagement hydro-agricole est de 5 à 7 millions de F CFA, et dans notre enquête nous calculerons également les frais en nous référant à cet ordre de grandeur.

Et en tant que frais d'exécution des travaux, nous avons ajouté les frais de construction des ouvrages, les frais d'entretien des ouvrages et les frais de fonctionnement des pompes.

(1) Frais de construction des ouvrages

Les frais de construction des ouvrages se subdivisent comme suit:

- 1) Frais de travaux de génie civil
- 2) Installations d'assistance

- 3) Installation d'orientation agricole
- 4) Travaux connexes (plantation d'arbres, bassin de pisciculture)
- 5) Frais de consultation technique

Comme on utilisera autant que possible les matières premières nigériennes, les frais de construction des ouvrages se divisent en partie en monnaie locale et partie en devises. La partie en devises représente les produits d'importation disponibles sur le marché nigérien: machines de construction, matériaux en fer, huiles, ciment, bois, et autres, importés pour le présent projet, les pompes, les vannes et le personnel de consultation.

Les frais supplémentaires sont calculés à partir des frais d'équipements et de matériel, dont ils représentent 5% et des frais de change avec 6% d'augmentation annuelle des prix.

- (2) Frais d'entretien des ouvrages et frais de fonctionnement des pompes

Pour maintenir les installations telles que les pompes, digues, canaux d'irrigation, etc. en bon état de fonctionnement pendant des années, des réparations et remplacements de pièces sont nécessaires. Les frais annuels encourus de ce fait sont calculés proportionnellement aux frais de constructions desdites installations, et en tenant compte de leur résistance, y compris celle des instruments de mesure, et de l'importance des installations, ainsi pour les pompes on comptera 2% des frais de construction et pour le reste 1%.

Les pompes fonctionnant à l'électricité produite au Niger, les frais de fonctionnement des pompes correspondront à la note annuelle d'électricité afférente.

D'autre part, les frais de personnel relatives aux responsables du fonctionnement, de la gestion, etc. des installations précitées seront calculées à part, au paragraphe Estimation des travaux.

5.7.2 Frais de Construction des Ouvrages

Les frais de construction des ouvrages seront calculés comme suit:

- (1) Les frais de construction des ouvrages seront calculés par secteur, puis totalisés.
- (2) Comme indiqué plus haut, les travaux de construction étant effectués en deux phases (Phases I et II), à raison de 3 ans pour chaque secteur à partir du démarrage des travaux, en estimant que l'ensemble des travaux sera achevé au bout de 4 ans, il faudra calculer les frais des travaux par exercice en tenant compte de l'augmentation des prix.
- (3) Les frais relatifs aux divers ouvrages connexes aux secteurs, telles que la piste à la route principale, les digues provisoires aux limites des secteurs, et autres ouvrages d'assistance, sauf les entrepôts, seront répartis proportionnellement à la surface irriguée.
- (4) Les installations communes du projet telles que les installations électriques, et installation de formation agricole, etc. seront répartis proportionnellement à la surface irriguée.
- (5) Les instruments, matériels importés directement pour le projet ne seront pas taxés, et au prix FOB de Cotonou (BENIN) ou de Lomé (Togo) s'ajouteront les frais de transport terrestre jusqu'à Niamey.

Comme le montre le Tableau 5.7-1, les frais de construction des ouvrages de l'ensemble du projet s'élèveront à un total de 515,1 milliards F CFA, se divisant en 8,1 milliards F CFA (de monnaie locale) et 7 milliards F CFA (de devises). Les Annexes 5.7.2-8 à 14 indiquent les frais de construction des ouvrages par secteur.

Les frais des travaux par exercice, basés sur le programme des travaux, seront répartis sur 4 ans à partir de 1990 pour l'ensemble des

secteurs, et sur 3 ans à partir de 1990 pour la Phase I pour chaque secteur, et pour la part de la Phase II sur 3 ans à partir de 1991.

Le Tableau 5.7-2 indique l'ensemble des frais des travaux par exercice.

Le Tableau 5.7-3 donne le détail des frais de construction des ouvrages au moment de l'intégration et le pourcentage par ouvrage.

Tableau 5.7-1 Coût de Projet

(en 1.000 FCFA)

Désignation	Total	Monnaie Locale	Devises Etrangères
1. Génie Civil			
Travaux Préliminaires et Ouvrages Temp.	322.804	173.822	148.982
Digue de Protection	1.573.031	769.387	803.644
Station de Pompage N°1	1.219.902	206.985	1.012.917
Station de Pompage N°2	558.765	92.216	466.549
Canaux d'Irrigation	2.693.572	1.526.210	1.167.362
Drains et Colatures	578.042	317.632	260.410
Ouvrages dans les Canaux	1.103.374	538.623	564.751
Aménagement des Terres Cultivées	1.639.948	872.397	767.551
Pistes	558.928	280.418	278.510
Electrification	560.475	195.792	364.683
Sous-total	10.808.841	4.973.437	5.835.404
2. Etablissement des Soutien	788.900	453.740	335.160
3. Centre de Formation Agricole	78.600	47.160	31.440
4. Infrastructure Agricole	140.225	120.935	19.290
5. Service d'Engineering	708.995	155.313	553.682
Total	12.525.561	5.750.585	6.774.976
Imprévus Physiques	626.276	287.529	338.747
Total	13.151.837	6.038.114	7.113.723
Imprévus Financiers	1.943.763	927.196	1.016.567
Total	15.095.600	6.965.310	8.130.290

5.7.3 Frais d'Entretien des Ouvrages et Frais de Fonctionnement des Pompes

(1) Frais d'entretien des ouvrages

L'Annexe 5.7.3-1 indique les frais d'entretien annuels des ouvrages obtenu en ajoutant le rapport de l'entretien par travail ci-dessus aux frais de construction des ouvrages calculés, et dans l'ensemble du projet, la part des stations de pompage est de 35,574 millions F CFA, et la part des autres installations de 42,666 millions F CFA.

(2) Frais de fonctionnement des pompes

Les dépenses annuelles en électricité constituent les frais de fonctionnement des pompes. L'Annexe 5.7.3-2 indique la consommation annuelle et le montant de la note d'électricité pour le fonctionnement des pompes, et dans l'ensemble du projet cela représente 93,902 millions F CFA, dont 64,083 millions F CFA durant la saison sèche et 29,819 millions F CFA durant la saison des pluies. Le temps de fonctionnement des pompes a été calculé au paragraphe Pompes, et la moyenne annuelle est de 2.558 heures, dont 1.773 heures durant la saison sèche et 825 heures durant la saison des pluies.

Tableau 5.7-2 Evolution Annuelle de Coût du Projet (Z-1 ~ Z-7)

(Unités: 1.000 FCFA)

Designation	1990			1991			1992			1993			1994			Total		
	Total	Monnaie Locale	Devises Etrangères	Total	Monnaie Locale	Devises Etrangères	Total	Monnaie Locale	Devises Etrangères	Total	Monnaie Locale	Devises Etrangères	Total	Monnaie Locale	Devises Etrangères	Total	Monnaie Locale	Devises Etrangères
1. Génie Civil																		
Travaux Préliminaires et Ouvrages Temp.				94.509	49.339	45.170	156.456	86.418	72.038	51.059	27.713	23.346	16.780	10.232	8.448	322.804	173.822	148.982
Digue de Protection				697.746	338.502	354.244	880.283	430.885	449.398							1.573.031	769.287	803.644
Station de Pompage N°1				400.959	66.237	334.722	623.030	107.303	516.727	195.113	33.445	161.668				1.219.902	206.985	1.012.917
Station de Pompage N°2							272.805	46.333	226.472	235.267	39.218	186.083	50.713	8.645	42.048	558.785	92.216	466.549
Canaux d'Irrigation				398.754	226.318	172.458	941.057	533.302	407.755	844.444	535.044	409.400	409.137	231.546	177.571	2.693.572	1.326.210	1.367.362
Drains et Colmatage							170.080	69.004	51.076	206.798	147.552	139.746	133.184	81.031	70.133	378.042	317.287	260.455
Ouvrage dans les Canaux				134.919	61.697	63.482	374.032	182.085	190.587	399.049	194.931	204.738	206.034	100.090	105.944	1.403.374	538.622	564.751
Amenagement des Terres Cultivées				249.053	131.964	136.091	574.870	305.708	268.942	573.294	306.949	168.325	243.929	139.754	114.173	1.639.948	872.397	767.551
Pistes				74.749	39.510	39.228	193.934	97.304	96.630	197.315	98.988	94.327	84.910	44.318	44.324	558.928	280.518	278.510
Electrification				226.080	78.976	147.104	278.820	97.403	181.417	55.535	18.413	36.182				560.075	195.792	384.483
Sous-total				2.362.053	992.393	1.372.660	4.416.607	1.953.745	2.462.862	2.959.534	1.421.293	1.237.241	1.168.647	606.006	562.441	10.008.461	4.973.437	5.835.404
2. Etablissement de Soutien							124.046	72.143	53.683	377.983	217.370	160.405	284.071	103.999	122.072	788.900	452.740	335.160
3. Centre de Formation Agricole							21.880	7.139	4.752	39.420	23.452	15.764	27.300	16.280	10.920	78.460	47.180	31.440
4. Travaux Concours							20.906	17.132	3.774	69.944	59.132	10.822	49.373	44.581	4.682	140.225	120.935	19.290
5. Service d'Engineering				64.201	1.928	151.731	226.878	60.424	186.454	174.437	47.263	128.134	61.999	17.049	44.950	708.995	155.313	553.682
Total				64.201	1.928	151.731	226.878	60.424	186.454	174.437	47.263	128.134	61.999	17.049	44.950	708.995	155.313	553.682
Imprévus Physiques (3%)				3.213	96	71.219	240.096	105.330	134.536	181.065	80.443	91.620	79.449	42.404	37.243	626.276	287.529	338.747
Total				67.516	2.024	1.695.610	5.041.175	2.216.122	2.835.053	3.802.383	1.857.353	1.194.930	1.671.059	960.521	982.536	13.151.837	5.038.114	7.113.723
Imprévus Financiers							623.105	274.799	350.306	726.256	354.752	371.503	438.341	233.317	205.024	1.843.763	917.196	1.016.547
Total				67.516	2.024	1.695.744	5.664.280	2.490.921	3.175.359	4.228.639	2.212.106	2.316.513	2.111.400	1.223.838	987.562	15.095.600	6.955.310	8.130.270

Tableau 5.7-3 Détail des Frais de Construction du Système

(Unité: Million FCFA)

Désignation	Z-1		Z-2		Z-3		Z-4		Z-5		Z-6		Z-7		Total	
		%		%		%		%		%		%		%		%
1. Génie civil	29	3,4	29	3,1	65	2,6	71	2,2	31	2,6	64	2,3	34	2,0	323	2,5
Travaux préliminaires et ouvrages temp.	160	18,5	110	11,7	296	11,7	391	12,1	84	7,1	302	11,0	230	13,8	1.573	12,0
Digue de protection	134	15,5	154	16,3	337	13,3	400	12,4	168	14,2	390	14,2	194	11,7	1.777	13,5
Station de pompage	117	13,6	141	14,9	560	22,1	735	22,8	215	18,2	595	21,7	330	19,8	2.693	20,5
Canaux d'irrigation	55	6,4	47	5,0	81	3,2	105	3,3	150	12,7	95	3,5	45	2,7	578	4,4
Drains et colatures	88	10,2	126	13,3	186	7,3	209	6,5	127	10,8	208	7,6	160	9,6	1.104	8,4
Ouvrages dans les canaux	61	7,1	89	9,4	336	13,2	452	14,0	129	10,9	375	13,7	199	12,0	1.641	12,5
Aménagement des terres cultivées	42	4,9	35	3,7	109	4,3	150	4,7	38	3,2	112	4,1	72	4,3	558	4,2
Pistes	21	2,4	31	3,3	115	4,5	155	4,8	44	3,7	128	4,7	68	4,1	560	4,3
Electrification	707	81,9	762	80,7	2.085	82,1	2.668	82,7	986	83,6	2.269	82,9	1.332	80,1	10.809	82,2
Sous-total																
2. Etablissement des soutien	57	6,6	74	7,8	158	6,2	171	5,3	58	4,9	141	5,0	130	7,8	790	6,0
3. Centre de formation agricole	3	0,4	4	0,4	16	0,6	22	0,7	6	0,5	18	0,7	10	0,6	79	0,6
4. Travaux connexes	9	1,0	8	0,9	22	0,9	37	1,1	10	0,8	33	1,2	22	1,3	140	1,0
5. Service d'engineering	46	5,3	51	5,4	137	5,4	174	5,4	64	5,4	147	5,4	90	5,4	709	5,4
Imprévus physiques	41	4,8	45	4,8	121	4,8	153	4,8	56	4,8	130	4,8	79	4,8	625	4,8
Total	863	100	944	100	2.539	100	3.225	100	1.180	100	2.738	100	1.663	100	13.152	100
Frais/ha	9,38		6,99		4,98		4,69		6,02		4,81		5,51		5,28	

CHAPITRE 6 ORGANISATION ET GESTION
