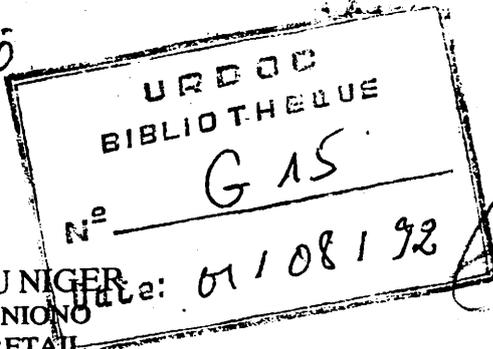


1590



OFFICE DU NIGER
ZONE DE NIO
PROJET RETAIL
Recherche-Développement

Ret

NOTE SUR LES OPTIONS DE REAMENAGEMENT A L'OFFICE DU NIGER

Eléments de réflexion pour l'élaboration de Retail III

François Molle Août 1992

I INTRODUCTION

La réhabilitation progressive, depuis une quinzaine d'années, des infrastructures hydro-agricoles de l'Office du Niger a connu des modalités différentes, parfois divergentes, selon les projets mis en oeuvre. Ces différences reflétaient une diversité des points de vue des bailleurs de fonds concernés sur le niveau d'aménagement souhaitable, ainsi que le manque de directives techniques ou de normes au niveau des termes de référence techniques.

Les justifications économiques qui accompagnent ces choix techniques sont fortement dépendantes des hypothèses considérées, en particulier sur les rendements escomptés, la durée de vie du périmètre ou le coût de l'entretien.

Les options choisies lors de l'exécution des deux premières tranches du Projet Retail correspondent à un aménagement proche de l'optimum et se traduisent par des coûts à l'hectare importants. Ces options se justifiaient en particulier par la nécessité de disposer d'une zone réhabilitée dans les meilleures conditions afin d'assurer la réussite de la démonstration à grande échelle de l'intensification rizicole. Cet objectif, notons-le en passant, peut être considéré comme atteint puisque même les zones non-réaménagées - sous l'effet conjugué des efforts déployés par l'encadrement de l'O.N et de la démonstration ainsi faite - ont actuellement emboîté le pas aux zones réhabilitées et adopté, encore partiellement et dans la mesure où l'état du réseau le permet, l'intensification.

Des options nettement moins coûteuses et tablant sur une importante participation paysanne, menées au début des années 80 par le programme ARPON, n'ont pas immédiatement débouché sur les augmentations de rendement escomptées². Au cours de ces dernières années et par la force de l'expérience, on a assisté à une convergence

¹ L'élaboration de cette note a été rendue possible grâce à la compétence et à la franche collaboration de J.M Dauge (BCEOM) et de Bouwe Talsma (Programme ARPON).

² pour des raisons d'ailleurs sans doute assez indépendantes du choix du type d'aménagement.

Coo
0767

progressive des points de vue. Un premier pas a été réalisé lors d'une mission d'harmonisation des normes de réaménagement, laquelle s'est toutefois limitée à une comparaison des normes techniques.

Les réflexions qui suivent constituent une contribution au travail de synthèse réalisé actuellement par la DAH pour définir des normes d'aménagement homogénéisées. Il a été étayé par des conversations, individuelles et collectives, tenues avec des paysans de la Zone de Niono³, sans souci de représentativité statistique. Il rend compte de certaines observations, sur la base de l'expérience constituée par les réaménagements déjà existants dont, principalement, le Projet Retail.

Pour établir des comparaisons, tant au niveau technique qu'au plan des coûts, nous avons choisi de faire référence à quatre réaménagements récents ou en cours d'exécution:

- Retail II (1990-1991); 1300 ha; Projet SOGREAH; travaux SATOM
- Kokry/ARPON (1992); 274 ha; Projet ARPON/ON; travaux en régie⁴.
- Siengo (1992-1996); 3000 ha; Projet SOGREAH; travaux COMPLANT⁵
- Macina/Boky wéré (1991-1993); 2800 ha; Projet GERSAR; travaux SATOM⁶

Notons d'emblée que le réaménagement de Kokry réalisé par ARPON a, d'une part, fait l'objet d'un bilan détaillé des coûts et, d'autre part, intégré un bon nombre d'améliorations techniques⁷. Ceci rend possible une comparaison avec les autres projets, comparaison qui aurait été nettement plus hasardeuse s'il avait fallu la mener avec les aménagements antérieurs.

Les calculs afférents aux projets Retail et Kokry-Arpon ont été faits sur la base des éléments présentés en fin de chantier. Pour les deux autres, en cours de réalisation, nous sommes basés sur les devis figurant dans le marché⁸.

Dans ce qui suit, les données fournies ou les commentaires sont parfois suivis de l'initiale du Projet auxquels ils se réfèrent (soit R, K, S et B pour, respectivement, Retail II, Kokry, Siengo et Boky wéré).

³ La presque totalité du réseau a été parcourue.

⁴ Les prix unitaires présentés pour la première fois par le Programme Arpon sont provisoires et pourront être sujets à modification (Rapport ARPON 1990/91).

⁵ La partie des travaux correspondant au Grüber nord a été soustraite du montant des travaux.

⁶ Seule la partie des travaux correspondant à l'adducteur, au drain primaire et au périmètre de Boky wéré a été prise en compte.

⁷ Pistes en remblai pour les partiteurs, compactage et doublement de la largeur des cavaliers d'arroseur (piste), introduction de modules à masque, qualité de planage accrue, etc...

⁸ certaines rubriques étant parfois mal évaluées, certaines conclusions pourraient être quelque peu modifiées quand on disposera du bilan des travaux, en particulier du Projet de Siengo: sur Retail, par exemple, les terrassements, dont les coûts apparaîtront plus loin très élevés, avaient été estimés plus faibles dans le marché.

II ELEMENTS DE COMPARAISON

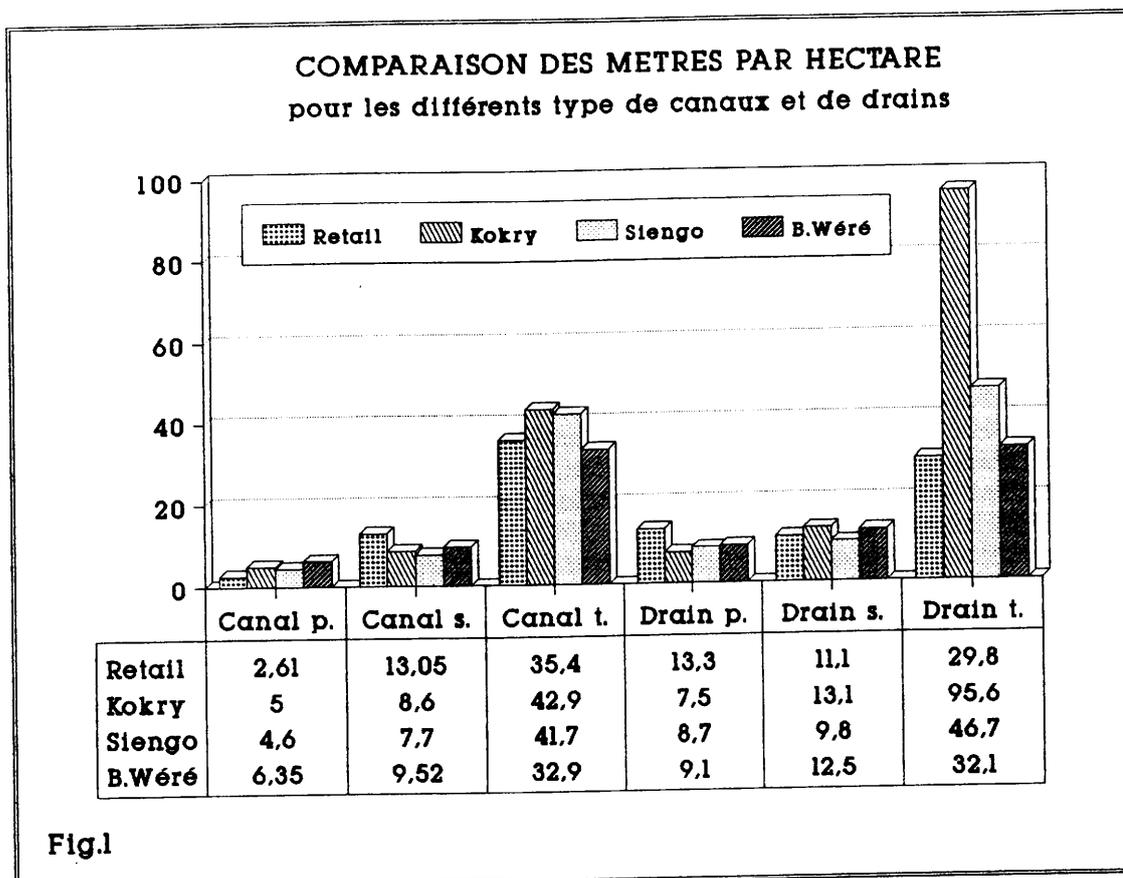
La comparaison des coûts respectifs de différents aménagements est très délicate et ceci pour plusieurs raisons:

- Les bilans, ou les devis estimatifs, des différents projets ne sont pas détaillés selon les mêmes rubriques, ce qui rend difficile les comparaisons.
- Les prix payés à l'entreprise (tels que détaillés) ne correspondent en général pas à des **marges de bénéfice fixes**: sur certaines rubriques, les marges sont pratiquement nulles alors que sur d'autres elles peuvent être très importantes; ces rubriques varient selon les projets et les devis.
- On ne compare en général pas les même choses puisque les options techniques ne sont pas communes.
- La qualité d'exécution peut être très variable; un remblai, par exemple, peut voir son coût varier du simple au triple en fonction de la qualité du compactage (détermination de l'optimum Proctor en laboratoire, humidification du matériel, compactage en couches successives, etc...)
- Les travaux sont exécutés par différentes entreprises (ou par la régie) dont les coûts unitaires sont très variables.
- Le coût du réaménagement est souvent ramené à l'hectare, or ce coût n'est généralement pas proportionnel à la superficie, puisque certains frais sont fixes (installation, déplacement des engins,...
- Par ailleurs, l'importance du travail à réaliser n'est pas **non plus proportionnelle à la superficie**: le nombre moyen de mètres de canal (primaire et secondaire, en particulier) ou de mètres de drain, dépend de la forme du réseau et varie donc selon le périmètre. Ainsi, Retail II comporte 13.5 km de partiteur⁹/ha, tandis que le réaménagement de Kokry en comporte à peine 8.6 (voir détail à la figure 1). D'autre part, certains travaux (curage d'un drain principal, par exemple) ont une utilité qui dépasse souvent la seule partie concernée par la réhabilitation.
- Enfin, comme pour une vente en gros, les coûts par hectare ne sont pas fixes mais diminuent quand la superficie du projet augmente.

Pour toutes ces raisons, le coût à l'hectare peut connaître une distorsion très significative.

La comparaison économique ne peut donc se faire, dans un premier temps, qu'au niveau des prix unitaires (m³ de béton, m³ de remblai/déblai...), **après avoir pris soin de vérifier** qu'il y a compatibilité dans le détail et dans la qualité.

⁹ partiteurs + sous-partiteurs



On mettra ainsi en évidence des différences de marge bénéficiaire selon les entreprises ou les conditions de concurrence au moment de l'appel d'offre. Le cas des travaux en régie constitue une option qui doit être considérée en gardant à l'esprit les différences mises en évidence un peu plus loin.

Dans un deuxième temps, la comparaison pourra porter sur l'ensemble des types de travaux que comporte le réaménagement (en adoptant la classification utilisée pour Retail), après avoir homogénéisé les mètres linéaires des différents canaux et drains.

La comparaison pourra enfin être faite au niveau de l'aménagement parcellaire (tertiaires, quaternaires et planage) pour un schéma d'aménagement type.

Une fois ces différences mises en évidence, l'analyse économique est fortement dépendante des options techniques choisies. On s'attachera donc à discerner, d'une part, ce qui coûte cher dans le réaménagement et, d'autre part, dans quelle mesure on peut baisser les coûts correspondants sans trop s'éloigner des objectifs initiaux.

Ces objectifs reflètent plusieurs aspects:

- le degré de pérennité que l'on souhaite donner au réaménagement, lequel **dépend aussi fortement des hypothèses** que l'on fait sur le **degré d'entretien** qui sera apporté ultérieurement. C'est la qualité des ouvrages et de leur finition qui est en jeu.

- Le degré de participation des paysans aux travaux qui est prévu, ou tout au moins souhaité.
- Le niveau de "confort" désiré dans la gestion de l'eau (débit disponible, contrainte d'organisation (tour d'eau), "domination" des parcelles, etc...) et l'utilisation du périmètre (piste d'accès).
- Le niveau de sophistication technique souhaité ou souhaitable.

III RENTABILITE DES AMENAGEMENTS

Le coût résultant de ces choix est en général confronté à une analyse économique qui compare une situation existante (ou sa projection dans quelques années) à la situation post-réhabilitation. Les bénéfices escomptés sont en général déduits des seules augmentations de rendement prévues, puisque les autres bénéfices, même s'ils sont évoqués, sont plus difficilement quantifiables.

Les limitations d'une telle approche, même si elle est une "étape" administrative habituelle, tiennent à plusieurs aspects:

- Le côté subjectif (durée de vie des installations), ou hasardeux (prévision des rendements ou du prix du paddy) de certaines hypothèses.
- La difficulté ou l'impossibilité d'évaluer les répercussions globales de l'investissement.

D'autres justifications sont, ou doivent être prises en considération.

- la stimulation de toute la filière commerciale et, donc, de la vie économique locale.
- l'augmentation du nombre de familles installées.
- une répartition plus égalitaire des terres.
- la création de petits métiers en conséquence de l'augmentation des flux monétaires.
- l'influence sur la zone non-réaménagée: exemple réussi d'intensification qui contribue à susciter un changement de pratiques culturelles dans les zones non-réaménagées¹⁰, ce qui se traduit par un quasi triplement des rendements des exploitations qui l'adoptent. La campagne 90/91 a, ainsi, enregistré une augmentation globale du tonnage de paddy de l'ordre de 20 % par rapport à l'année précédente, augmentation que l'on devrait retrouver sur la campagne 92/93¹¹.

¹⁰ voir "Note sur l'intensification en zone non-réaménagée" R/D Retail, Mai 92

¹¹ à moins que les problèmes d'approvisionnement en crédit, liés à l'endettement, se révèlent trop aigus.

- l'amélioration du drainage, dont on attend des effets positifs sur les problèmes de salinisation/sodisation.
- la diminution des consommations en eau, réduite de l'ordre de 30%.
- l'amélioration de la circulation et de l'accès aux villages (cf le village de Tissana, qui était inaccessible une partie de l'hivernage avant le réaménagement).

Il faut ajouter qu'une évaluation de l'impact du réaménagements demanderait une vision précise de la situation initiale: de nombreux aspects ne sont pas pris en compte, ce qui contribue à rendre vain l'exercice : le manque à gagner des villages de Retail II (4 ans sans maraîchage + disparition d'immenses hors-casiers¹²), par exemple, n'a pas été considéré.

Outre les éléments énumérés ci-dessus, l'augmentation des rendements observée actuellement en zone non réaménagée, due à l'adoption du repiquage et des modalités d'intensification, ne rend pas compte d'une caractéristique importante de cette production: sa précarité. L'intérêt des zones irriguées, surtout dans les régions sèches, est de soustraire le paysan au "risque climatique" (son irrégularité), principal facteur de la fragilité des systèmes agraires. Or ce risque réapparaît partiellement dans les zones non-réaménagées dans la mesure où la production reste soumise à divers aléas: retards de calendrier (pépinières inondées), inondations des zones basses (réseau de drainage inopérant, brèche dans les arroseurs ou les partiteurs,..), récoltes dans l'eau, etc... Le coté aléatoire de la production affecte directement la stabilité de l'exploitation et la fragilise, qui plus est dans un contexte de réaménagement progressif où les décisions et les raisonnements se font de plus en plus sur la base de la réalité des zones réhabilitées (perspectives de baisse des prix, par exemple).

Dans ce sens, le réaménagement global exprime une volonté de remise en état d'une structure de production sûre, pour une durée la plus longue possible¹³, et d'homogénéisation des conditions de production afin d'éviter des différentiels fatals.

Enfin, on ne peut ignorer que la décision politique de financer de tels réaménagements n'est parfois qu'accessoirement micro-économique (calcul d'un TRI). Elle prend aussi en compte les multiples enjeux liés au développement du tiers-monde.

IV LE PROBLEME DE L'ENTRETIEN

Les conjectures faites sur la durabilité des réaménagements sont basées sur l'hypothèse d'un entretien régulier. Le coût de cet entretien est très difficile à calculer: il dépend évidemment de la qualité de l'exécution (béton, compactage,..), du niveau des protections prévues (enrochements de protection, latérite, largeur des risbermes, etc..) et de la qualité du matériau local: certains partiteurs réhabilités il y a près de 10 ans sont en

¹² De nombreux paysans de Tissana considèrent que la situation était meilleure avant réaménagement, à cause des bénéfices qu'ils tiraient de la production de patates.

¹³ ou en assurant si possible une pérennité des aménagements, ce qui nécessite une remise en question complète de l'entretien (en termes budgétaires, techniques, organisationnels (au niveau de l'Office comme des paysans)).

bon état, tandis que, en zones sableuses, on observe de grandes dégradations dès le premier hivernage.

Le coût de l'entretien dépend aussi de la régularité avec laquelle il est effectué. Un suivi constant et régulier revient moins cher qu'un entretien tardif qui doit réparer des dégâts beaucoup plus importants: une dégradation n'est souvent pas linéaire mais exponentielle !

Un consensus se dégage actuellement pour donner la priorité à l'entretien du réseau¹⁴. Il va sans dire que si un tel entretien n'est pas assuré, tout investissement devient injustifiable.

L'entretien du réseau primaire et secondaire pose des problèmes techniques et procéduriers (gestion du fonds de redevance). Le problème de l'entretien du tertiaire, théoriquement à la charge des paysans, mériterait également d'être approfondi: la pratique montre que la motivation des paysans est très variable (en général, assez faible), que leur (in)formation n'est pas suffisante, que leur tâche n'est pas toujours en rapport avec leurs moyens¹⁵, que leur organisation et cohésion sont souvent déficientes (difficultés de se réunir pour l'entretien simultané et collectif d'un adducteur), sans oublier une composante psychologique importante (perception de leur responsabilité par rapport à l'interventionnisme de l'Etat et des bailleurs de fonds¹⁶).

V DIFFERENCE REGIE-ENTREPRISE

Le réaménagement ARPON se distingue des trois autres réaménagements par le recours à la Régie. Cette solution présente a priori un certain nombre d'avantages économiques:

- Peu de frais d'installation (garages, laboratoires, logements des cadres,...)
- Déplacement d'engins limité pour la mise en route du chantier.
- Personnel expatrié très réduit.
- Marge bénéficiaire réduite (de l'ordre de 12% pour Kokry)
- Frais "de siège" limités

Les moindres coûts s'expliquent aussi par les circonstances suivantes, lesquelles rendent très difficile une comparaison avec l'entreprise privée:

- L'investissement initial (machines) et les subventions de fonctionnement, assurés par la coopération néerlandaise, ne sont pas pris en compte¹⁷.
- Le matériel est amorti sans qu'il y ait de provision pour son remplacement.

¹⁴ Ainsi le Programme de Arpon III prévoit-il un redéploiement des engins utilisés pour la réhabilitation des terres vers un programme général d'entretien.

¹⁵ cas, par exemple, de certains arroseurs surdimensionnés de Retail ou de dégradation nécessitant d'autres recours (débordement d'arroseur).

¹⁶ à ce sujet, il est intéressant de noter le caractère néfaste des réaménagements réalisés en plusieurs temps car ils confortent le paysan dans son impression qu'il y aura toujours un bailleur de fonds pour intervenir dans le futur, en cas de dégradation du réseau.

¹⁷ les coûts présentés par ARPON incluent une hypothétique dette correspondant à la valeur résiduelle des engins et des pièces détachées cédées au centre des travaux (dans le cadre de son statut autonomisé). Cette dette se monterait à 600 millions, compte tenu du fait qu'une grande partie du parc est considéré amorti.

- la Régie n'a pas d'obligation d'investir continuellement pour assurer le long terme, comme doit le faire une entreprise¹⁸.

Des différences de qualité et de niveau d'exigence doivent aussi être pris en considération:

- L'entreprise à des délais à respecter; tout retard ou immobilisation du matériel coûtent cher. Les travaux de la régie peuvent être retardés, voire entravés, par le mauvais état ou le manque du matériel, la nécessité de mobiliser du matériel pour des tâches non prévues (réfection de la route, etc...), les difficultés de mobilisation des sous-traitants (blocage des travaux à cause des tâcherons à Kokry), dans la mesure où un délai est accordé sur justificatif.
- La qualité du travail à l'entreprise suit des normes contractuelles dont l'application est vérifiée par une équipe de contrôle des travaux. Ceci exige, en particulier, la mise en place d'un laboratoire d'essai. La qualité des terrassements (compactage, pentes, finitions), des ouvrages (béton, protections, cote altimétrique) est contrôlée; en Régie, ce contrôle existe mais reste encore assez aléatoire. La qualité du béton (non respect du pourcentage de ciment) réserve, par exemple, parfois des surprises.

VI COMPARAISON DES COÛTS UNITAIRES

Un premier élément de comparaison est fourni par la confrontation des coûts unitaires présentés par les différentes entreprises. Le tableau suivant fait apparaître un certain nombre de rubriques pour lesquelles les coûts correspondants ont été mis en parallèle.

Les chiffres du tableau portés en italique ne peuvent être comparés avec ceux de la même ligne sans référence aux notes du bas de la page. Ces notes indiquent des différences de technique ou de qualité qui doivent être pris en compte dans la comparaison (ex: le béton pourra être armé, vibré, vérifié en laboratoire, etc...).

¹⁸ dans la mesure où elle n'a pas à gérer le risque inhérent aux activités d'une entreprise privée.

COMPARAISON DES COUTS UNITAIRES

Désignation	Retail II	Kokry	Siengo	Boky wéré
¹⁹ Décapage, préparation (m ²)	123	30	79	59
Curage (drain primaire) (m ³)	175		150	176
²⁰ Latérite (m ³)	11.774	11.200	11.775	2.050
Remblai compacté (m ³)	1.110	645	800	1.048-1.442
Remblai ordinaire (m ³)	694-780	360	400-490	1048
Déblai de cuvette (m ³)	500-1.000		450-750	475-722
Diguette de ceinture (m)	230	214	180	256
Diguette de cloisonnement (m)	95		83	81
Enroch. de protection (m ³)	2995		4100	4100
Gabions (m ³)	34.029		28.895	31.144
Déblai fouille d'ouvrage (m ³)	4117	1413	1638	2201
Béton (m ³)	95.000	59.000	63.400	59.781
Coffrage (m ²)	9.727	7.000	5.200	3.342
PVC (200 mm)	9.300		4.835	5.451
²¹ Buse en béton				
300 mm	15.688	4.380		
500 mm	35.560	10.444	31.448	15.988
1000 mm	86.760	28.130	70.000	61.794
²² Module à masque				
X1 30 l/s	353.490	118.251		135.437
X1 60 l/s	479.281	165.775		
X1 90 l/s	604.800			
XX1 30 l/s				178.126
XX1 60 l/s				246.947
XX1 90 l/s				322.997
XX1 120 l/s	569.538			399.376
XX1 180 l/s	945.648		1.016.500	455.445
X2 60 l/s	676.998	167.720		
X2 90 l/s	853.232	235.130		
XX2 30 l/s	483.570	305.885		
L2 750 l/s			6.887.500	6.085.162
²³ Planage (ha)	353.460	215.000	172.500	244.919
²⁴ Drain d'arroseur (m)	578(25%) 5409(75%)	852	1300(75%) 2700(25%)	789-922
²⁵ Arroseur (m)	7.448	2.859	1.947	3.153
²⁶ Rigole (m)	650	11	475	236

¹⁹ Le décapage est fait sur une couche moyenne de 20 cm.

²⁰ Couche latéritique compactée de 10 cm pour tous les projets, sauf (B), où la couche est comprise entre 5 et 15 cm. Le prix du m³ carrière doit être multiplié par 1.4 pour tenir compte du compactage.

²¹ Les buses sont en béton armé pour tous les projets sauf (K).

²² Les prix des modules de Siengo sont calculés en fonction du poids des modules; nous n'avons donc pas pu les calculer.

²³ voir commentaires détaillés plus avant

²⁴ Les drains de (S) et (B) comportent une piste sur leur cavalier.

²⁵ voir commentaires détaillés plus avant

²⁶ pour (K), la rigole est à peine ébauchée avec une billonneuse.

L'examen du tableau fait apparaître d'emblée quelques différences marquantes. Sur Retail, les coûts du béton, coffrages, PVC et des modules sont particulièrement élevés. Il en va de même, et cette incidence est plus conséquente, pour le planage et les remblais/déblais, particulièrement des tertiaires.

Kokry se distingue par quelques coûts très inférieurs à ceux des autres projets: remblais ordinaires, curages, drains, buses (non armées cependant).

Sur Boky-wéré, on remarque le bas prix de la latérite - à cause de la proximité du gisement -, des coffrages, des buses. Les coûts de Siengo sont moyens ou bas, en particulier ceux des arroseurs (seulement 1947 F le mètre linéaire).

VII COMPARAISON DE LA REPARTITION DES COUTS GLOBAUX

Il est intéressant d'observer la répartition en pourcentage des coûts du réaménagement, indépendamment du montant total.

La figure 2 fournit les camemberts relatifs à nos quatre projets²⁷. On constate d'abord que la rubrique principale est celle de l'aménagement parcellaire (réseau tertiaire, diguettes, rigoles et planage), soit de l'ordre de un tiers du total (mais 51 % dans le cas de Kokry, conséquence des faibles coût et qualité des terrassements). Les terrassements des réseaux primaires et secondaires forment un autre tiers du coût sur les chantiers SATOM (R et B). Les ouvrages se maintiennent entre 15 et 19 %, le contrôle des travaux est stable à 7 % (sauf pour (K)²⁸, où il est estimé à 11 %).

Les frais d'installation (des ingénieurs, garages, bureaux, ateliers et laboratoires) oscillent entre 7 et 12 % (ils sont de 10 % pour (K)²⁹).

Dans la rubrique divers, on a réuni les pistes d'accès et les canaux d'assainissement des villages, les lavoirs, abreuvoirs et étangs de pisciculture éventuels³⁰.

VIII COMPARAISON DES COUTS GLOBAUX RAMENES A L'HECTARE

Au delà de ces comparaisons de pourcentage, on peut comparer les coûts globaux ramenés à l'hectare aménagé. On considère donc le coût de l'hectare rizicultivable.

Pour réduire au maximum les distorsions, nous proposons de corriger les coûts des différents canaux et drains en considérant une longueur constante par hectare pour chacun des types. Les valeurs de référence adoptées sont les moyennes des mètres linéaires par

²⁷ les pourcentages ne peuvent pas être directement comparés puisque les totaux ne sont pas les mêmes.

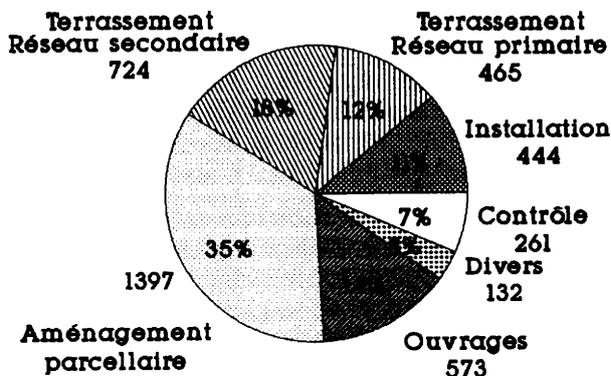
²⁸ Nous avons fait rentrer dans cette rubrique le coût des deux experts néerlandais responsables des chantiers, conformément au décompte communiqué par le Projet Arpon. Il faut noter que le coût du contrôle des travaux assuré par la DAH n'est pas pris en compte.

²⁹ les frais généraux de (K) ont été calculés à 27.5 millions et sont inclus dans les prix unitaires. Il faudrait donc multiplier tous les autres prix par 0.90 pour faire apparaître ce coût.

³⁰ pour (B), les pistes sont indissociables des terrassements.

REPARTITION DES COUTS DE RETAIL II

Réhabilitation du périmètre (1400 ha)

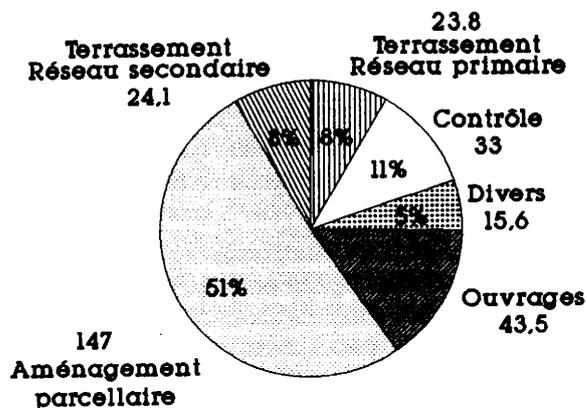


(Coûts en millions de FCFA)

COÛT TOTAL : 4.030.000.000 FCFA

REPARTITION DES COUTS DE KOKRY (ARPON)

Réhabilitation du périmètre (274 ha)

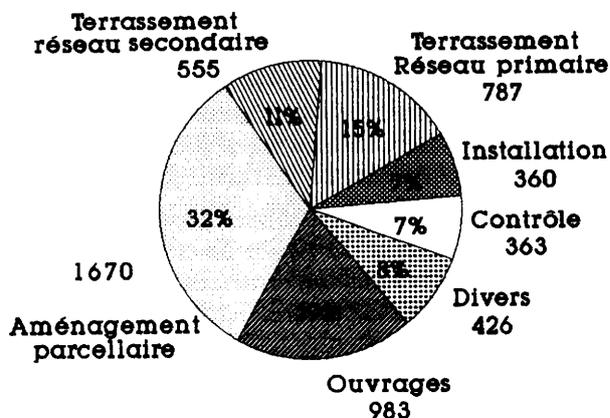


(Coûts en millions de FCFA)

COÛT TOTAL : 287.000.000 FCFA

REPARTITION DES COUTS DE SIENGO

Réhabilitation du périmètre (3000 ha)

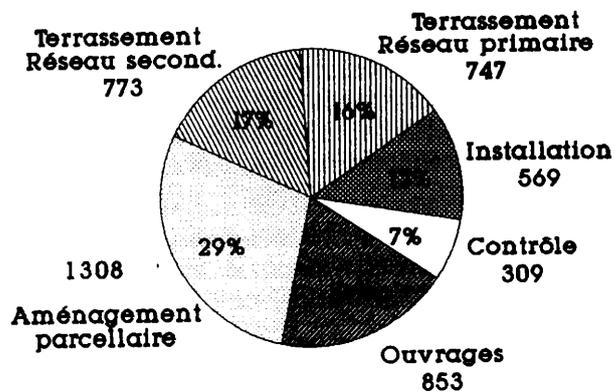


(Coûts en millions de FCFA)

COÛT TOTAL : 5.144.000.000 FCFA

REPARTITION DES COUTS DE BOKY-WERE

Réhabilitation du périmètre (2520 ha)



(Coûts en millions de FCFA)

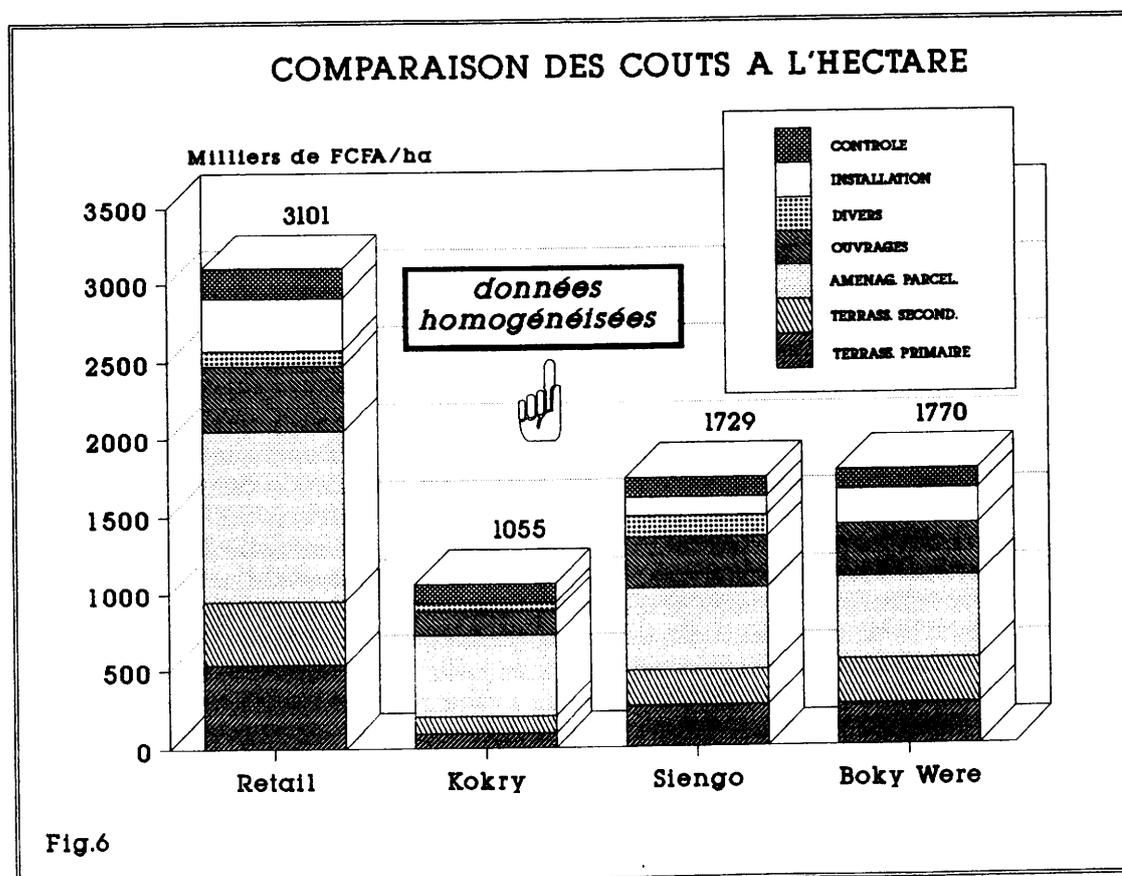
COÛT TOTAL : 4.559.000.000 FCFA

Fig. 2

hectare obtenus pour les quatre projets (tels qu'ils apparaissent à la figure 1). La correction se fait donc, pour les six types de canal et de drain, par une règle de trois entre la longueur réelle/ha et la valeur moyenne des quatre projets (voir coefficient de correction en annexe)³¹.

La figure 3 établit les comparaisons pour les principales rubriques et indique de grandes différences au niveau du coût des terrassements (primaires et secondaires): les valeurs correspondant au Retail sont 4 ou 5 fois supérieures à celle de Kokry et entre 50 et 100% plus élevées que celles de (S) et (B).

Cette écart est bien sûr en partie due aux différences de qualité d'exécution (sur Retail, tous les canaux sont compactés, les pistes larges et latéritées), mais aussi à la propre conception des remblais/déblais (voir plus loin) : les terrassements de Retail sont plus chers car les mouvements de terre sont plus importants (plus de m³ pour un mètre linéaire d'ouvrage: voir figure 4) et plus coûteux (le coût du m³ moyen de remblai/déblai est plus élevé, à cause des emprunts : voir figure 5)³². Des figures reportées en annexe font apparaître la part importante des revêtements et décapages dans le coût kilométrique des canaux.



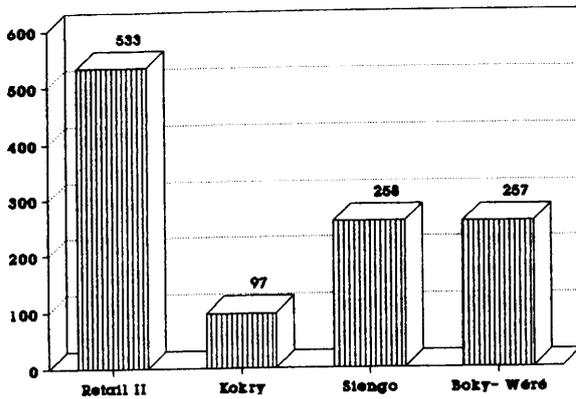
³¹ seul la longueur des drains tertiaires de Kokry n'a pas été homogénéisée car elle inclut les drains du réseau secondaire.

³² le manque de clarté du détail des spécifications de (B) et le fait que le coût des tertiaires soit ramené au mètre linéaire explique les données manquantes.

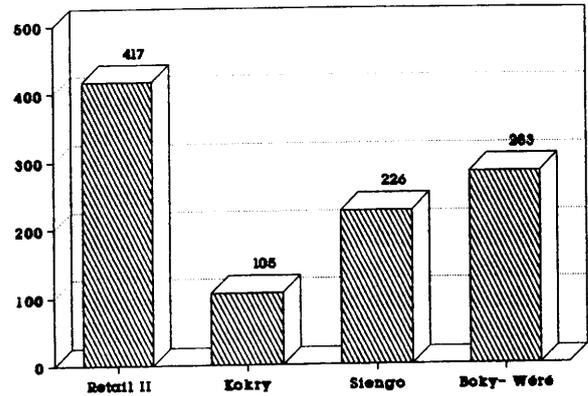
COMPARAISON DES COUTS UNITAIRES A L'HECTARE pour différentes rubriques et des **coûts homogénéisés**



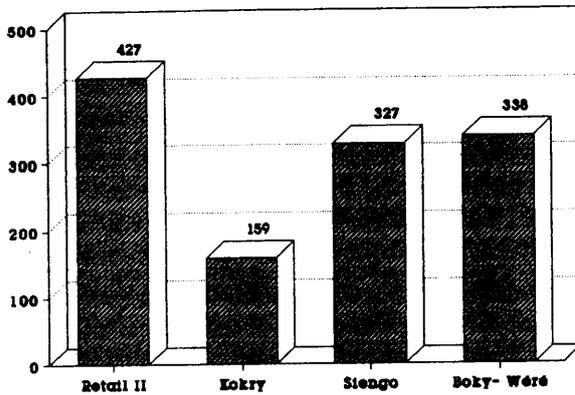
TERRASSEMENT RESEAU PRIMAIRE



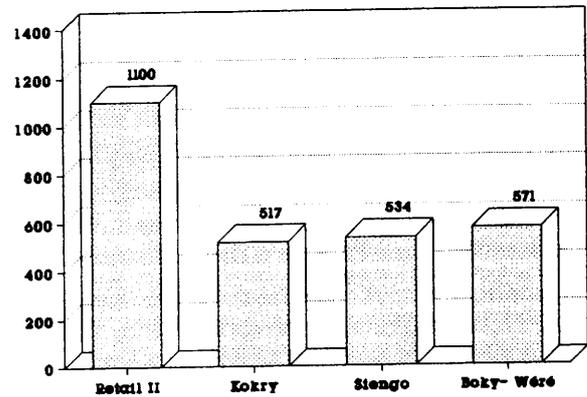
TERRASSEMENT RESEAU SECONDAIRE



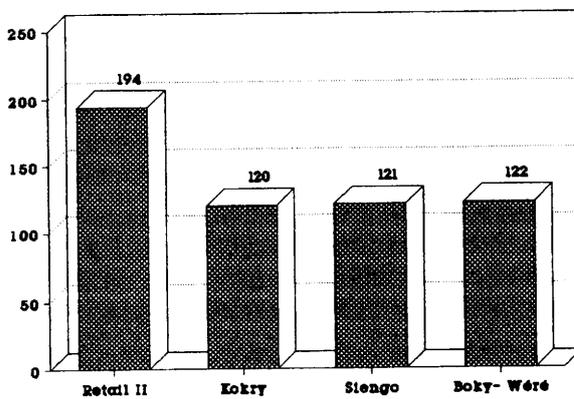
OUVRAGES



AMENAGEMENT PARCELLAIRE



CONTROLE



INSTALLATION

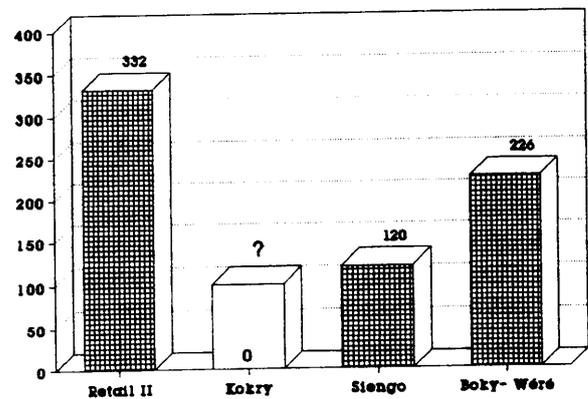


Fig.3

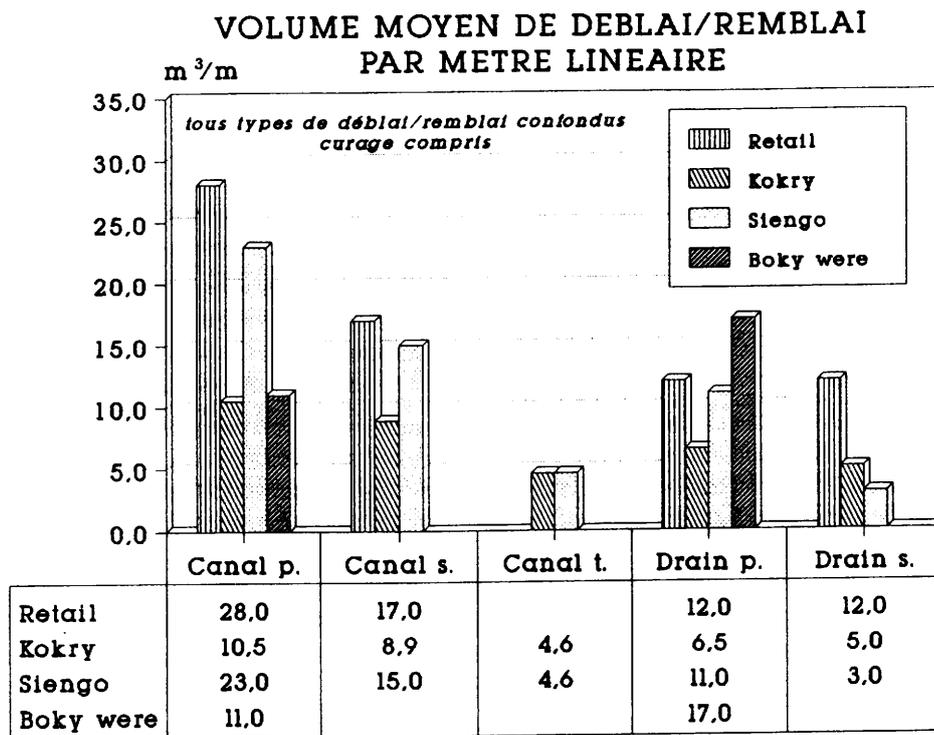


Fig.4

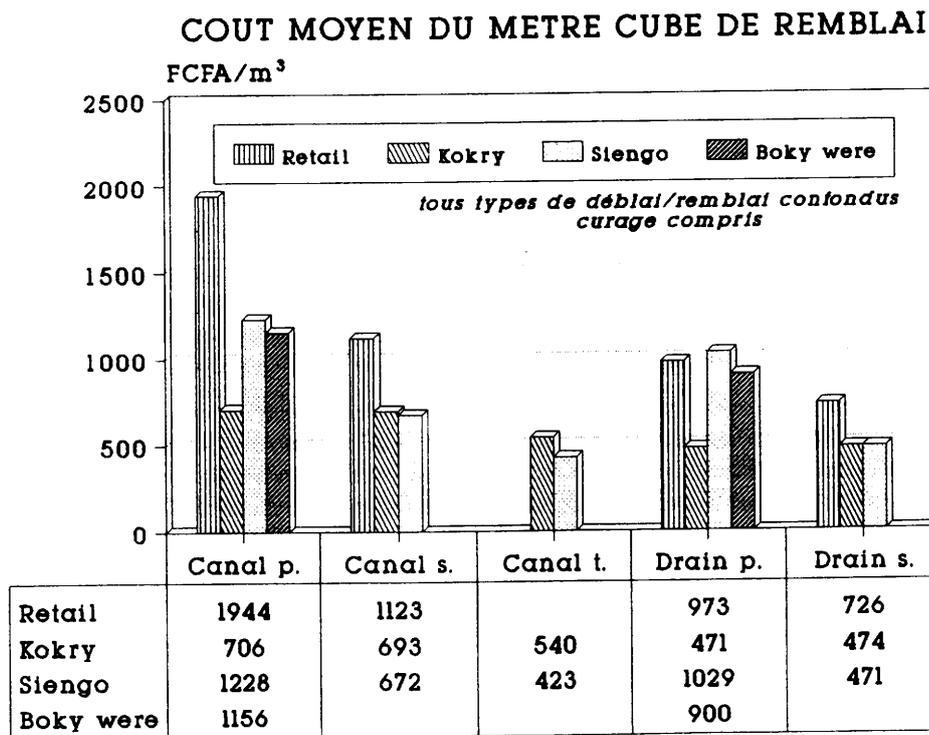


Fig.5

Le coût de l'aménagement parcellaire est très stable, sauf pour Retail où ce coût est deux fois plus élevé: les raisons, qui apparaissent au paragraphe suivant, sont le prix du planage et des canaux et drains tertiaires. Le coût des ouvrages est comparable, sauf pour Kokry où les valeurs plus faibles s'expliquent en partie par une qualité inférieure (béton non armé, pas de protections, d'encrochements,...).

Pour ce qui est du contrôle des travaux, là encore Retail se détache avec un coût de 50 % supérieur aux autres projets.

La figure 6 récapitule l'ensemble des coûts par hectare, globaux et **homogénéisés**. Il en ressort que Siengo et Boky wéré sont comparables, avec un coût proche de 1.800.000 F l'hectare. Retail se détache avec un coût de plus de trois millions et Kokry avec un peu plus d'un million. On trouvera une figure équivalente à la Fig 3 en anexe, concernant les coûts non-homogénéisés.

IX COMPARAISON DES AMENAGEMENTS PARCELLAIRES

Le coût de l'aménagement dit parcellaire, c'est à dire de l'unité d'irrigation comprenant tertiaire, quaternaires et le planage³³, représente entre 33 et 53 % du coût total des travaux.

Sur (R) et (S), les rigoles desservent en général une superficie de deux hectares. Sur (K), le réseau présente une structure extrêmement irrégulière; comme la moyenne de la superficie desservie par un arroseur est de 17 hectares et celle d'une rigole 2 ha, on a considéré, pour faciliter la comparaison, un plan d'aménagement parcellaire identique à celui des deux projets précédents. En ce qui concerne Boky Wéré, le schéma est similaire mais le projet prévoit une rigole entre chaque îlot d'irrigation d'un hectare. Ce dispositif qui heurte le bon sens le plus élémentaire ayant apparemment été modifié par l'équipe de contrôle, nous sommes ramenés au schéma général des autres projets.

L'unité tertiaire type considérée (voir schéma en annexe) est donc une superficie brute de 21 ha qui correspond à peu près à une superficie rizicultivable nette de 18 ha. Elle comprend une prise d'arroseur (module à masque de 60 l/s), 10 rigoles (avec prise, débouché et terrassement), 1000 mètres d'arroseur et de drain tertiaire (voir tableau suivant). On compare donc les coûts unitaires à l'hectare des quatre projets **pour un même schéma d'aménagement parcellaire** (à partir de la prise de l'arroseur)³⁴, sans bien sûr abolir pour autant les différences de qualité entre les projets. Le détail des coûts est présenté dans le tableau suivant.

La répartition en pourcentage des coûts parcellaires de chaque projet est indiquée dans les figures 7 à 10. Les figures 11 et 12 permettent quant à elles de comparer les coûts par projet et par rubrique. On constate que Retail présente un coût total égal au double d'une valeur moyenne d'environ 700.000 F/ha pour les autres projets. Les graphiques

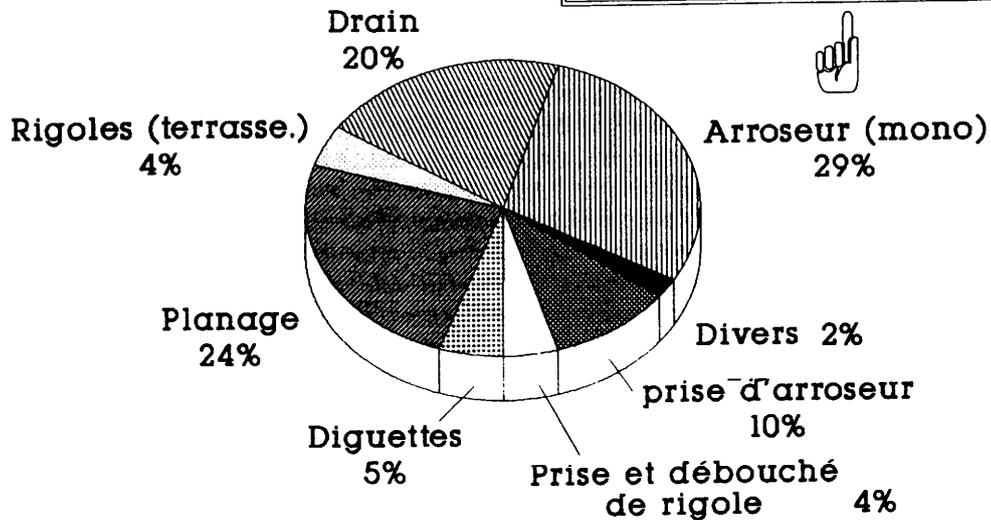
³³ Cet aménagement parcellaire ainsi défini diffère légèrement de celui considéré dans le décompte de la figure 3 où les ouvrages de prise ont été considérés dans une rubrique à part.

³⁴ ces coûts homogénéisés sont donc un peu différents des coûts globaux qui apparaissent dans la figure 2.

Répartition de coûts d'aménagement parcellaire
Réseau tertiaire et quaternaire

PROJET RETAIL II

valeurs rapportées à un hectare net



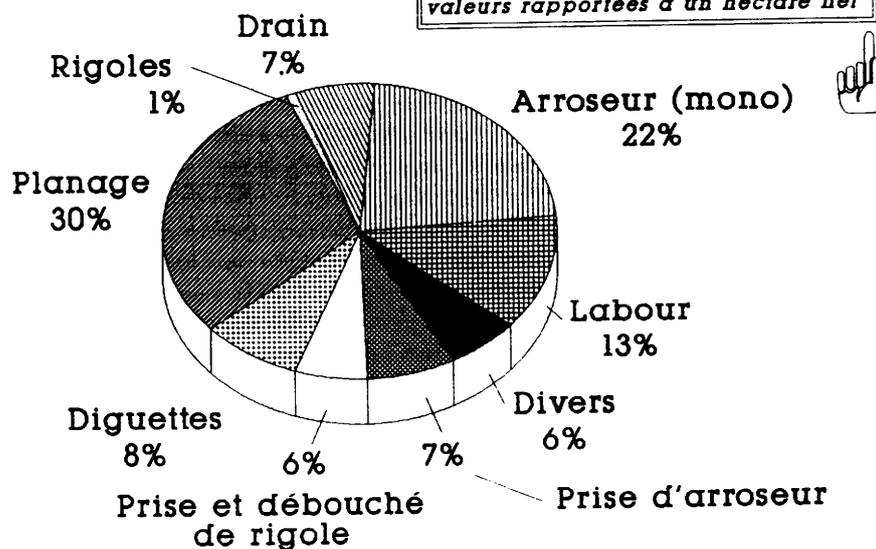
Pour un coût total/ha de 1.446.000 FCFA

Fig.7

Répartition de coûts d'aménagement parcellaire
Réseau tertiaire et quaternaire

PROJET KOKRY (ARPON)

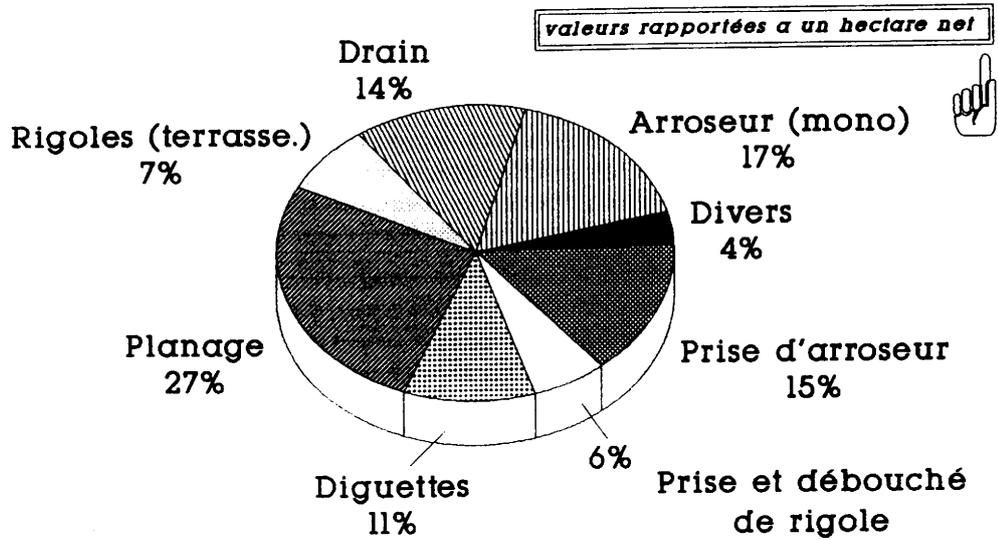
valeurs rapportées à un hectare net



Pour un coût total/ha de 713.000 FCFA

Fig.8

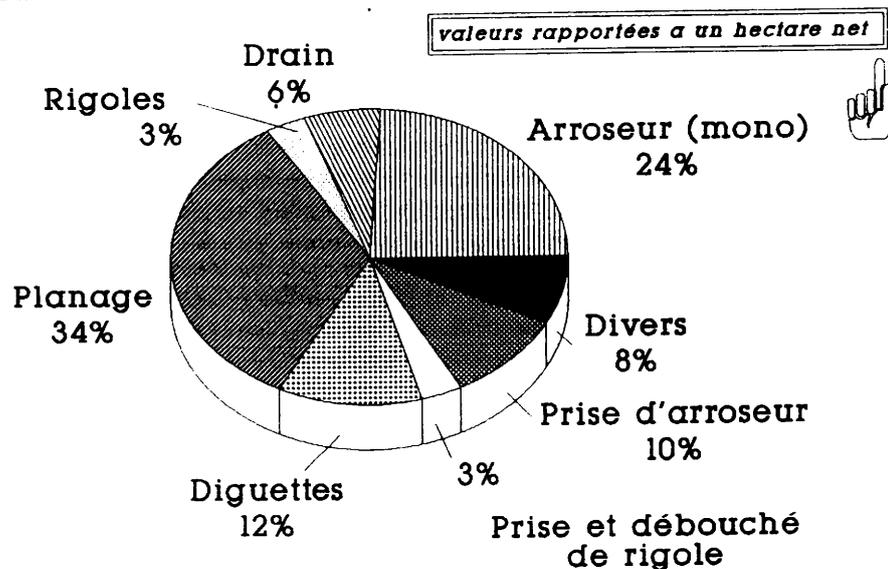
Répartition de coûts d'aménagement parcellaire
Réseau tertiaire et quaternaire
PROJET SIENGO



Pour un coût total/ha de 646.000 FCFA

Fig.9

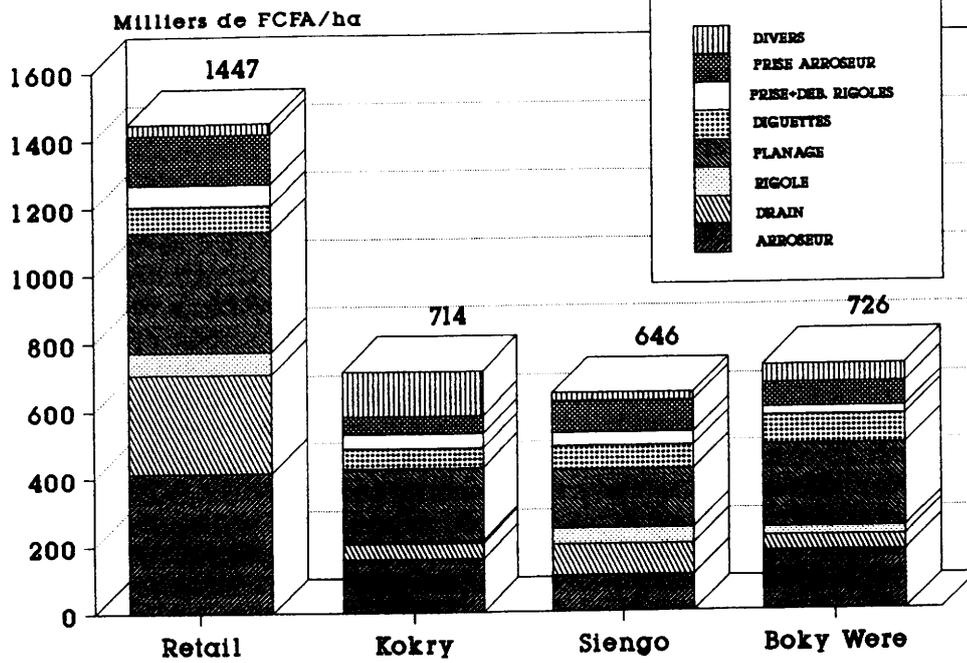
Répartition de coûts d'aménagement parcellaire
Réseau tertiaire et quaternaire
PROJET BOKY WERE



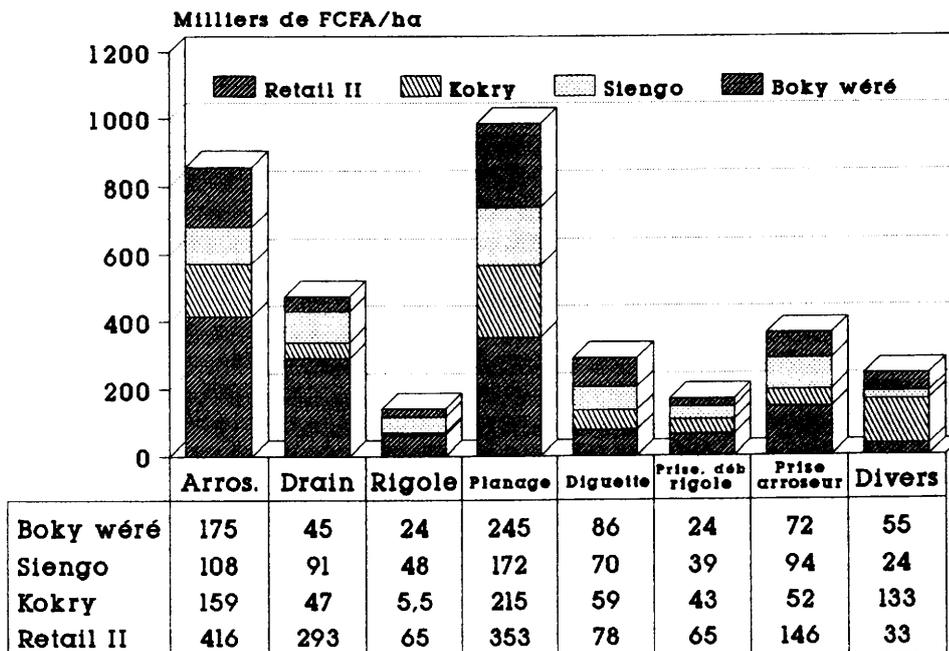
Pour un coût total/ha de 727.000 FCFA

Fig.10

COMPARAISON DES COUTS PARCELLAIRES



COMPARAISON DES COUTS PARCELLAIRES



permettent de constater que cette différence est due au coût excessif des tertiaires et, à moindre échelle, du planage.

Les coûts du mètre d'arroseur s'expliquent partiellement par la méthode de compactage très onéreuse adoptée (voir plus loin).

DETAIL DES COUTS PARCELLAIRES (MILLIERS DE FRANCS)

Désignation	Quant	Retail II	Kokry	Siengo	Boky wéré
Arroseur	1000 m	7488	2859	1947	3153
Drain	1000 m	5270	852	1643	812
Rigoles	1800 m	1170	100	855	425
Diguettes	10380 m	1400	1060	1257	1550
Planage	18 ha	6354	3870	3096	4441
Prise d'arroseur	1	2630	930	1685	1300
Dévers. arroseur	1	0	26.5	0	0
Prises de rigole	10	586	480	381	150
Débouché rigole	10	585	300	322	290
Buses ³⁵	2	498		441	
Traitement (chimique ou labour)		50400	1620		389
TOTAL (FCFA)		26.034.118	12.836.800	11.625.300	13.079.100
TOTAL/ha (FCFA)		1.446.000	713.000	646.000	727.000

X ELEMENTS DE REFLEXION

Les considérations qui suivent sont nées d'observations sur le terrain, des opinions exprimées par les paysans et du bon sens. Elles constituent des suggestions pour un aménagement recherchant un meilleur point d'équilibre entre coût et qualité.

Conception des déblais-remblais

Les déblais-remblais constituent, on l'a vu, une part importante du coût de Retail II. Ceci est en partie dû à la largeur et à la hauteur des cavaliers des canaux et aux remblais des nombreuses pistes. L'exigence d'une plus haute hauteur d'eau dans les canaux entraîne également une augmentation des volumes (lesquels croissent avec le carré de la hauteur). Tous les profils en travers des différents projets se trouvent en annexe.

La méthode adoptée par les réaménagements ARPON se distingue par l'absence de zones d'emprunt, lesquelles sont fréquentes sur Retail (zones à typhas ou insalubres, perte de superficie, etc...). Les remblais des cavaliers sont uniquement constitués avec le

³⁵ débouché de drain d'arroseur + passages busés

matériel retiré du canal lui-même. Cette méthode présente les avantages et les inconvénients suivants:

- elle limite ou élimine les besoins de matériel prélevé dans des ballastières distantes; ces m³ de remblais sont les plus coûteux car ils s'accompagnent d'un transport (parfois sur près de 2 km).
- elle implique fréquemment un surdimensionnement du canal; ce qui peut à première vue paraître un inconvénient devient souvent un avantage puisque l'expérience montre que le dimensionnement théorique des distributeurs et partiteurs avec un coefficient de Strickler de 35 est insuffisant, et mène souvent à des difficultés de gestion de l'eau (deuxième bief du distributeur Retail, par exemple)³⁶.
- en contrepartie, la qualité du matériel est plus difficilement contrôlable, puisqu'il n'est pas toujours aisé de séparer la matière organique et les déchets végétaux de la terre prélevée. A Kokry, le problème est résolu en utilisant ce matériau pour le remblai de la piste.

Cette conception semble néanmoins tout à fait intéressante, de par les économies qu'elle autorise. Une solution intermédiaire permettrait de limiter les emprunts tout en assurant une qualité acceptable.

On retiendra donc que l'augmentation du coût des remblais n'est pas proportionnelle au volume ces remblais: quand ce volume augmente (pistes et cavaliers larges), on doit faire appel à des zones d'emprunt, ce qui signifie décapage de ces zones et transport du matériel; ces raisons expliquent pour une bonne part - outre des prix unitaires supérieurs à la moyenne - les coûts très élevés des terrassements sur Retail.

Largeur des cavaliers d'arroseurs

Corrélat au problème précédent est celui de la taille finale des cavaliers: la pratique montre que les cavaliers d'arroseurs (pistes) de Retail II sont, en moyenne, 1 m à 1.50 m plus larges que projetés (4.50 m (et même jusqu'à 6 m !) au lieu de 3) et 30 cm plus hauts. Cette distorsion est voulue par l'entreprise (et tolérée par le contrôle des travaux) pour s'assurer qu'une éventuelle érosion ne réduira pas les dimensions de la piste au delà des spécifications, ce qui pourrait bloquer la réception définitive des travaux un an plus tard.

Cette "marge de sécurité" moyenne implique un plus grand volume de remblai, ce qui se traduit par un prélèvement plus important de matériel dans le canal et, partant, par une augmentation de son emprise (en plus de l'excédent de largeur de la piste). On obtient ainsi parfois des arroseurs de la taille du partiteur, comme le N10 2g dont l'emprise est de 25 m au lieu des 18.50 prévus. Notons toutefois que ces dépassements de gabarit ne sont pas facturés par l'entreprise et n'occasionnent donc pas de coûts supplémentaires.

Pour éviter ce problème, on peut soit diminuer les dimensions de projet exigées, soit exercer un contrôle plus strict au moment des travaux, soit augmenter la tolérance prévue dans le projet.

³⁶ Le dimensionnement des partiteurs de Boky-were est calculé à partir d'un Strickler de 40, coefficient éloigné à la fois des réalités et des recommandations de la mission d'harmonisation.

Caractéristiques des arroseurs

(R): les cavaliers ont respectivement 1 et 3 m (piste) de largeur; la risberme entre le cavalier simple et le drain est de 3 m. C'est le drain qui assure l'équilibre remblai-déblai (pour les mono-latéraux).

(K): la piste n'a que deux mètres de large; le compactage se fait en une seule couche. Notons que les réaménagements ARPON antérieurs ne prévoyaient pas de pistes sur les tertiaires (cavaliers d'un mètre). La risberme n'est que de deux mètres.

(S): la piste, située sur le drain, a 3.00 m de large, la risberme également. sur (B): la piste de 2.50 est également sur le drain et la risberme ne vaut qu'un mètre !

Le compactage des arroseurs est difficile à réaliser, à cause de la faible largeur des cavaliers qui ne permet pas le passage des engins. Sur (R), la solution a consisté à compacter (en deux couches) un remblai de largeur égale à celle de l'arroseur et à creuser le canal à l'intérieur de ce remblai³⁷. Sur (B), le compactage est réalisé par le passage des engins (bulldozers et graders). Sur (K), seul un compactage superficiel au pied de mouton est effectué (+ finition des talus par les tâcherons), tandis que sur (S), les arroseurs seront réalisés en deux couches: la première compactée (avec humidification si nécessaire) avec un pied de mouton de faible largeur et la deuxième avec une dame vibrante.

Cette méthode paraît la meilleure et ne nécessite pas un investissement en matériel et fonctionnement trop importants, tout en garantissant une bonne qualité d'exécution. Toutefois, la manipulation et l'entretien des dames posent souvent des problèmes. L'expérience de ARPON semble prouver que même avec un compactage très sommaire, la tenue des arroseurs est satisfaisante.

CARACTERISTIQUE DES ARROSEURS MONOLATERAUX (+ DRAIN)

Désignation	Retail II	Kokry	Siengo	Boky wéré
Emprise moyenne (avec drain)	22 m	17 m	22 m	23 m
Largeur cavalier simple	1.00 m	1.00 m	1.00 m	1.00 m
Largeur de la piste	3.00 m	2.00 m	3.00 m	2.50 m
Position de la piste	arroseur	arroseur	drain	drain
Côte cavalier arroseur	TN + .70	TN + .70	TN + .70	TN + .65
Côte cavalier drain	TN + 50	TN	TN + 50	TN
Côte minim.ligne d'eau	TN + 40	TN + 25	TN + 40	TN + 30
Risberme	3.00 m	2.00 m	3.00 m	1.00 m
Pente interne	3:2	1:1-2:1	3:2	3:2
Déblai/remblai moyen/m		4.6 m ³	4.6 m ³	
Coût du mètre linéaire	7.448	2.859	1.947	3.153

³⁷ Dans le cas des arroseurs bilatéraux, le cavalier simple (1 m) est compacté grossièrement à coups de godets.

Piste d'accès aux parcelles (arroseur)

Dans le cas des pistes d'arroseur, l'expérience de Retail I a montré que la position en pied de cavalier d'arroseur était à rejeter, à cause des infiltrations latérales et de la proximité du niveau du drain.

Une piste sur le cavalier est donc préférable et sa largeur sur Retail et Siengo est au minimum de trois mètres. Sur Arpon, les pistes initiales de 1 m de large ont été critiquées par les paysans³⁸ et le réaménagement de Kokry présente en conséquence des cavaliers de deux mètres de largeur; les bouches à eau sont par là même portées à 4 mètres de longueur.

Ces différences de taille se répercutent sur l'emprise des arroseurs puisque ceux-ci sont conçus en équilibre remblai-déblai.

Notons qu'il est préférable de situer les pistes d'accès sur les drains d'arroseur: la revanche du drain par rapport au terrain naturel (TN + 50 cm) est en effet inférieure à celle requise sur l'arroseur (TN + 70 cm), ce qui se traduit - pour une piste de largeur donnée - par des gains de remblais au niveau des cavaliers³⁹. En contre partie, les débouchés de rigole sont plus longs, puisqu'ils doivent passer sous la piste.

Largeur des pistes principales

On retrouve pour les cavaliers de partiteur (et pour les pistes qu'ils constituent) le même problème de dépassement de gabarit, avec de grosses répercussions sur l'étendue des zones d'emprunt. Les deux pistes du partiteur N9 présentent ainsi des largeurs de 5 et 6.50 m au lieu des 4 et 5 m prévus.

L'adoption de larges pistes de circulation sur les partiteurs et les distributeurs (latérités sur Retail), facilite grandement la circulation; sur (K), Arpon a prévu des pistes de 4 m de large en remblai, ce qui constitue une amélioration notable par rapport aux aménagements précédents.

Notons qu'en de nombreux cas, il n'est pas nécessaire de constituer deux pistes (une sur chaque cavalier), en particulier quand la desserte ne se fait que d'un côté, comme c'est le cas sur les segments du N6 et du N10 qui relie le distributeur aux villages.

Latéritage

L'usage de revêtements latérités est une question controversée. S'ils permettent une protection bien supérieure des remblais, leur coût est élevé, en investissement et en entretien.

³⁸ La circulation des charrettes y est en effet très précaire, en particulier au niveau des bouches à eau où l'on observe en général une érosion accentuée du talus.

³⁹ cet avantage disparaît quand on opte pour des arroseurs avec des pistes peu larges.

Il semble qu'il faille les raisonner en fonction de leur coût, du type de matériau et du trafic prévisible:

- le coût varie beaucoup selon la distance au gisement le plus proche : 7.000 F le m³ sur Retail, 2.000 à Kolongo.
- Dans les zones sableuses, la latérite est indispensable sur les cavaliers des partiteurs et distributeurs: la partie du distributeur Retail située au niveau du village N6 est en excellent état malgré un matériau de piètre qualité. Dans d'autres zones, au contraire (partiteurs G2 et G3), le matériau est excellent et l'érosion minime malgré l'absence de revêtement.
- la circulation sur les partiteurs est très variable; elle est réduite à un mouvement de charrettes sur les partiteurs qui ne longent ni ne mènent à aucun village (N3, N7, KO, etc..), qui sont majoritaires, est plus importante sur les partiteurs qui constituent l'accès d'un village et très intense dans certains cas - celui du partiteur N9 - où la piste est un accès vers Tombouctou, etc...).

Notons la difficulté observée lors du curage des canaux, les produits de curage devant être évacués au lieu d'être simplement déposés sur les cavaliers.

Les rigoles de parcelle

Les rigoles de parcelle ARPON sont en partie à la charge des paysans, la régie n'en effectuant que l'ébauche avec une billoneuse.

Celles de Retail sont calculées selon une exigence d'équilibre remblai/déblai, pour des dimensions telles (hauteur TN + 50 cm) que leur emprise théorique initiale est de 4.80 m (de largeur)⁴⁰, contre 1.50 - 2.00 m pour les rigoles manuelles. Cette différence correspond à une perte de 35 ha pour un aménagement de 1000 ha. Sur la première tranche de Retail I, on observe même des rigoles de 6 m d'emprise, soit presque autant que les arroseurs qui les alimentent.

Cette constatation conduit à vérifier auprès des paysans l'intérêt réel d'une rigole ainsi conçue. Les différences peuvent se situer à plusieurs niveaux:

- Une rigole plus profonde peut faciliter le drainage des parcelles qui est l'une de ses deux fonctions.
- Une rigole plus haute peut faciliter le batardage nécessaire pour dominer les parties hautes ou compenser les pentes trop élevées.
- Une rigole aux bords larges facilite la circulation dans les parcelles.
- Une rigole manuelle nécessite un entretien constant.

⁴⁰ dans la pratique, cette largeur varie de 3 à 6 mètres.

Toutes ces différences, sauf la dernière, sont niées par les paysans du secteur Niono⁴¹; tous déclarent leur rigole suffisante pour tous ces usages et n'en souhaitent aucunement une plus large. Ils considèrent son emprise démesurée et son entretien non négligeable (coupe des herbes). En plus de ces inconvénients, on peut ajouter que:

- Les opérations de remplissage et vidange des rigoles surdimensionnées sont longues et fastidieuses.
- Les débordements (en général au niveau du bouchon) des rigoles surdimensionnées provoquent des dégâts et une érosion plus importants et plus difficiles à réparer.

Pour diminuer un peu l'emprise des rigoles réalisées par l'entreprise, on peut diminuer sa profondeur, (TN - 50 cm) au lieu de (TN - 80 cm), par exemple.

Notons que les diguettes manuelles ont souvent un profil en coupe plus proche du créneau que du profil traditionnel, avec des pentes de remblai de 1:1. Ceci est dû à sa constitution et à son rehaussement continu à l'aide de mottes de terres qui permettent cette cohésion; ceci se fait au détriment de l'étanchéité mais réduit parfois l'emprise jusqu'à 1.00 m.

Les prises de rigole

Les prises de rigole des projets étudiés sont similaires, formées d'un ouvrage de béton muni d'une vanne métallique, à l'exception des réaménagements Arpon qui préfèrent une simple buse en béton ("bouche à eau").

L'avantage des prises à vanne est de servir en même temps de déversoir, en cas de débordement de l'arroiseur, ce qui élimine la nécessité d'un déversoir de sécurité à son extrémité.

Certains paysans se plaignent des bouches à eau qui, quand elles sont mal colmatées, peuvent provoquer des inondations en leur absence (il faut tenir compte du fait que ce sont souvent les enfants que l'on dépêche pour fermer les prises).

D'autres estiment que ces ouvrages ne sont pas vraiment nécessaires. Ceci ne se vérifie clairement que dans un cas, celui des rigoles de maraîchage qui ont effectivement été "recyclées" dans certains villages.

Leur coût négligeable (2 % de l'aménagement parcellaire) incite à les conserver; on pourra améliorer l'étanchéité de leur vanne en adoptant les modifications élaborées pour le Projet Siengo.

Outre ces aspects, le choix de la prise de rigole est lié au problème de la sécurité de l'arroiseur: avec les éléments en béton, ce sont ces propres ouvrages qui font office de trop

⁴¹ Il faut noter que toute comparaison avec le réaménagement Retail engendre souvent des réponses assez tranchées, parfois passionnées. L'esprit de "compétition", que l'on sent souvent entre les zones, prend une tournure particulière dans le cas du Secteur Sahel: les paysans du Km 26, dont les terres étaient les plus dégradées et les rendements les plus bas, sont souvent évoqués par les autres paysans avec un mélange de dédain et de jalousie, qui se manifeste par des réactions du genre "Si nos terres étaient réaménagées comme chez eux, c'est sûr qu'on les battrait !".

plein, l'évacuation se faisant par le bouchon de rigole. Avec l'option des bouches à eau, on est obligé de prévoir un déversoir de sécurité au bout de l'arroseur. Dans le premier cas, on court parfois un risque quand les rigoles se trouvent fermées, mais ceci constitue en contrepartie un efficace moyen de forcer les utilisateurs à une meilleure gestion de l'eau; dans le deuxième cas, il faut assurer la protection du déversoir⁴², ce qui occasionne un surcoût, et on augmentera le risque de gaspillages.

Planage et compartimentage des parcelles

La question du planage est l'une des plus délicates. Un meilleur planage permet évidemment un meilleur contrôle de la lame d'eau. La densité de compartimentage est donc liée à la qualité du planage dans la mesure où elle lui est normalement inversement proportionnelle. Cette évidence est pourtant en désaccord avec l'observation des réaménagements Retail et Arpon (Secteur Niono). On constate, en effet, que c'est sur Retail, où le planage est meilleur, qu'on trouve les bassins de plus petite taille (en général 10 ares). Sur le Secteur Niono, au contraire, où le planage est plus grossier, on trouve couramment des bassins de 30, voire 50 ares. Cette contradiction s'explique partiellement de la manière suivante:

- Les paysans de Retail I ont été incités par l'encadrement à compartimenter à 10 ares, afin de permettre une meilleure maîtrise de l'eau. Sur Retail II, les bassins ont été compartimentés à 10 ares au moment des travaux.
- Le compartimentage en bassins de 10 ares permet, sur les zones les plus pentues, un planage en "touche de piano" qui limite les déplacements de terre.
- Le compartimentage, au Secteur Niono, se fait en réalité de manière progressive et continue; les bassins sont divisés au fil des campagnes.

L'opinion des paysans ne permet pas de trancher véritablement la question: la majorité des exploitants du Retail préfèrent les petits bassins, tandis que ceux de Arpon se partagent entre ceux "qui n'aiment pas les diguettes" et ceux qui compartimentent progressivement. Les arguments présentés sont les suivants:

Avantages:

- Le compartimentage assure une meilleure maîtrise de la lame d'eau.
- il permet un meilleur contrôle de la diffusion des engrais.
- Il facilite le désherbage (les diguettes sont utilisées pour y déposer les adventices).

Inconvénients:

- Il rend le labour plus fastidieux en multipliant les changements de direction.

⁴² voir par exemple certains déversoirs du G5, G6, "contournés" dès la première campagne.

- Il contribue à détériorer le planage en multipliant le nombre de dérayures (plus il y a de bassins, plus il y a de zones dégradées par le labour).
- Il augmente l'emprise des diguettes et diminue la superficie utile.
- Il facilite la prolifération des rats (possibilités de nichage, déplacement et abri).

En plus de la qualité du planage réalisé lors du réaménagement, il convient d'observer l'évolution de ce planage au fil des campagnes: celui peut, en effet, se dégrader (fluage des remblais et, surtout, labour à la Felleberg) ou au contraire s'améliorer (pratiques améliorantes des paysans (voir plus loin)).

Il est indéniable que l'influence du labour est particulièrement néfaste: beaucoup de paysans disent y remédier en inversant le sens de leur labour, mais l'observation montre que la plupart des bassins présentent une dérayure centrale prolongée vers les quatre coins du bassin. La multiplication des bassins multiplie ces irrégularités. La cellule Recherche-Développement du Projet Retail travaille actuellement sur l'identification d'une charrue réversible adaptée aux conditions locales, qui permettrait ainsi un labour à plat.

Les paysans remédient à un planage insuffisant de plusieurs manières:

- en compartimentant davantage leurs bassins
- en utilisant des barres niveleuses
- en labourant par planche, les dérayures étant formées sur les parties hautes et les ados dans les parties basses.
- en repiquant des plants plus âgés (donc plus grands: 25 - 30 cm).
- en repiquant les buttes hors de la lame d'eau et en faisant monter celle-ci progressivement au fur et à mesure que les plants croissent.
- en apportant de grandes quantités de fumure organique dans les bas-fonds afin d'accélérer la reprise et permettre d'augmenter la lame d'eau.

Ces observations ne permettent pas de tirer des conclusions très tranchées. Il nous semble qu'une solution moyenne consisterait à proposer des bassins de 25 ares, sauf dans les parties de plus grande déclivité où des bassins de 10 ares limiteront les mouvements de terre. Le compartimentage - s'il s'avère nécessaire - sera réalisé par le paysan. Cette solution présente l'avantage d'impliquer davantage l'exploitant, ce qui est toujours un facteur positif⁴³. Pour que cette option soit réaliste, il faut toutefois que la qualité du planage soit telle que son amélioration ultérieure - avec ou sans compartimentage - soit compatible avec les outils et la force de travail dont disposent les paysans.

La qualité du planage est difficile à appréhender. Les normes annoncées dans les spécifications des Projets ne peuvent être que des indicateurs; ± 5 cm / 10 ares (R), ± 10 cm / 25 ares (K), ± 5 cm / 10 ares (S), ± 5 cm / 10 ares (B).

Dans tous les cas, la détérioration du planage pousse à relativiser l'importance de sa qualité initiale et rend nécessaire l'utilisation de la barre niveleuse. Ceci est perçu de manière très claire par les paysans; les ventes de barres niveleuses montrent l'intérêt

⁴³ quand il est assorti d'un minimum de garanties foncières.

croissant des paysans à son égard: de 1987 à 1991, 441 barres niveleuses ont été produites et vendues par l'Atelier d'Assemblage de Niono.

Ainsi, il semble plus indiqué, au vu de sa détérioration, de réduire les coûts du planage - 356.000 F/ha sur (R) - et, en contrepartie, de munir chaque exploitant d'une barre niveleuse (coût 25.000 F).

Le tableau suivant montre que le procédé de planage adopté est pratiquement le même: le planage proprement dit n'est réalisé que si le contrôle après le préplanage indique que celui-ci est nécessaire. C'est peut être au niveau de ce contrôle (nombre de points relevés par hectare), que se définit la qualité finale du planage.

NORMES DE PLANAGE DES DIFFERENTS PROJETS

Désignation	Retail II	Kokry	Siengo	Boky wéré
Levé topographique	x ⁴⁴	x ⁴⁵	x	x
Débosselage au bulldozer	x	x	x	x
Ripage (tracteur ou bull)	x	x	x	x
Pulvérisation des mottes (tracteur)	x		x	
Préplanage (bulldozer ou grader)			x	x
⁴⁶ Planage (grader) x	x	x	x	x
Contrôle topographique	x	x	x	x
Tolérance théorique	± 5 cm/10 a	± 10 cm/50 a	± 5 cm/10 a	± 5 cm/10 a
Coût à l'hectare	356.000	215.000	172.000	245.000

Les coûts moyens pourront également être réduits en refusant l'aménagement de certaines parcelles hautes dont les mouvements de terre sont trois ou quatre fois supérieurs à la moyenne. Sur Retail II, pour une moyenne de l'ordre de 250 m³/ha, certains mouvements de terre atteignent 1500 m³/ha. Ainsi, à l'extrême, certaines parcelles présentant des dénivelés de près d'un mètre ont été planées. Sur (B), une limitation des mouvements de terre (300 m³/ha) a ainsi éliminé certaines zones trop dégradées.

Arroseurs en béton

Les arroseurs en béton de Retail II présentent un très bon comportement d'ensemble, ce qui est normal deux hivernages seulement après leur construction. Ils ont le grand avantage de réduire l'emprise de l'arroseur de 10 - 20 m à seulement 3 m et de ne demander qu'un entretien très réduit⁴⁷: dans les zones sableuses où la détérioration des canaux est très importante après seulement une ou deux campagnes, ils constituent une option digne d'intérêt (zone de maraîchage en particulier).

⁴⁴ 8 points/hectare

⁴⁵ 30 points par hectare

⁴⁶ le planage n'est effectué qu'en cas de besoin

⁴⁷ quelques années de recul sont nécessaires pour confirmer leur comportement.

Une attention doit cependant être accordée aux remblais qui peuvent avoir besoin d'être rechargés (arroiseur maraîchage du N6) et aux débordements qui peuvent éroder les remblais et déchausser un ou plusieurs éléments du canal (extrémité de l'arroiseur maraîchage du N6bis).

Sur Retail II, leur coût était de l'ordre de trois fois celui de l'arroiseur conventionnel: il faut toutefois considérer le coût presque prohibitif de l'entretien des canaux en zone sableuse et, d'autre part, le coût réel du canal en béton: selon les dires de l'entreprise chargée des travaux, l'importance du surcoût était en bonne partie liée au caractère expérimental de l'aménagement.

Il serait donc souhaitable de vérifier quel serait le coût réel d'une telle option si celle-ci devait être adoptée à plus grande échelle.

Modules à masque

Les modules à masque ont été conseillés par la mission d'harmonisation et sont retenus dans tous les cas. Le prix des modules sur Retail est deux ou trois fois supérieur à celui des autres projets. Ceci est dû à une facturation au prix des modules Neyrtec importés, bien que ceux-ci aient été produits localement par l'entreprise.

Les coûts actuels (réels) sont donc bien inférieurs et justifient ce choix qui représente moins de 1% du coût total. Outre la régulation qu'ils permettent, l'ouverture des modules à masque est contrôlée par le service de Gestion de l'Eau.

Par contre, le coût extrêmement élevé des modules de prises de partiteur (entre 6 et 10 millions) amène à rejeter cette option.

Vannes hydrauliques automatiques

L'adoption de vannes AVIS et AVIO sur les projets de Siengo et Boky-wéré (sur des éléments du réseau autres que ceux considérés dans notre étude), ne semble pas tenir compte des difficultés observées ailleurs avec du matériel semblable.

Outre le problème du réglage et de la maintenance, leur coût est très élevé: les 22 vannes du distributeur Kokry atteignent un total de 257 millions et les deux vannes AVIO du Grüber 248 millions !

Aménagement des parcelles maraîchères

Les parcelles maraîchères ont en général été négligées lors des réaménagements. Prévaut l'idée que l'aménagement des planches de maraîchage, peut-être à cause de leurs faible étendue, est à la charge du paysan.

Ce manque d'attention se trouve en opposition avec l'importance économique du maraîchage dans le fonctionnement des exploitations de l'Office du Niger. Il traduit aussi la non prise en considération des problèmes propres au maraîchage.

Les parcelles maraîchères ne sont pas planées au moment du réaménagement. Ceci est dommageable dans la mesure où cela favorise les rétentions d'eau localisées d'eau. Dans certains cas, il s'agit de rizières qui se trouvent transformées en sole maraîchère: les rigoles coupent alors les anciennes diguettes et divisions parcellaires et leur profil en long accuse une succession de hauts et de bas; la distribution de l'eau se traduit alors par une inondation prolongée des parties basses qu'il est impossible de drainer. Ce phénomène est crûment illustré par l'exemple du village de Tissana.

Le principal problème des zones de maraîchage, toutefois, est celui de la salinisation. On sait que dans certains villages ce phénomène est tellement accru qu'il oblige les paysans à "décaper" leurs terres en enlevant la couche superficielle.

La salinisation est principalement provoquée par trois facteurs:

- **la remontée de la nappe phréatique**, qui permet des remontées capillaires très importantes (le maraîchage est souvent pratiqué sur des zones marginales "sableuses").
- **le mode d'irrigation**: l'irrigation à la calebasse maintient un bon niveau d'humidité, mais seulement dans une couche superficielle du sol, sans assurer un minimum de lessivage⁴⁸. L'évapotranspiration reprend donc cette eau et les sels se concentrent sur les tout premiers centimètres. Des mesures réalisées au Projet Retail ont permis de voir que la salinité dans la couche de 0 à 2.5 cm était deux fois plus élevée que dans la couche suivante.
- **la distribution de l'eau et sa gestion**: l'amenée de l'eau se fait par des rigoles qui se trouvent constamment remplies; ceci favorise le maintien de la nappe à un niveau qui oscille le plus souvent entre 40 et 60 cm. Les remontées s'en trouvent accrues et, dans certains cas, cet excès d'eau provoque le pourrissement des bulbes ou des racines.

On constate que dans beaucoup de cas le système de drainage est inexistant, bouché (parfois volontairement comme au N1, pour ne pas gaspiller d'eau !) ou inutilisé. Il serait souhaitable de ne remplir les rigoles qu'au moment de l'irrigation et de les vidanger ensuite; ceci est le plus souvent impossible dans les conditions actuelles: il y a trop d'irrigants sur une même rigole pour pouvoir alterner remplissages et vidanges. Ceci est par contre possible pour les sous-rigoles qui longent les planches, si tant est qu'on prévoit un drain à leur extrémité (et que celui-ci fonctionne !).

Dans ces conditions, la plupart des soles de maraîchage n'échapperont, semble-t-il, pas à une salinisation croissante et aiguë dans le futur. Le réseau de drainage doit y être

⁴⁸ Notons que ce que l'on nomme communément "perte" par percolation, n'est pas à proprement parler une perte puisqu'elle est essentielle pour assurer une évacuation des sels.

soigné et entretenu⁴⁹. Les planches doivent être planées, ceintes d'un bourrelet qui retiendra l'eau lors de l'hivernage et provoquera un plus grand lessivage du sol.

Aménagement des parcelles fourragères

Sur Retail II des superficies assez importantes (de 10 à 20 hectares/ village) ont été dégagées par les exploitants pour de zones de pâturage et/ou fourrage, en conséquence des problèmes accrus que pose l'augmentation des troupeaux et la nécessité de fournir une alimentation aux boeufs de labour.

Des expérimentations sont actuellement menées par la Recherche-Développement pour mettre ces zones en valeur. Un aménagement parcellaire est souhaitable au moment des travaux, afin de permettre un bon drainage de ces parcelles et éviter les stagnations d'eau. On recommande un travail du sol de manière à établir une pente de 0.5 % de la rigole vers le drain.

XI CONCLUSIONS

Les observations présentées dans cette étude permettent de dégager un certain nombre de conclusions.

Il faut en premier lieu noter le consensus progressif qui se dégage des expériences de réaménagement, menées depuis plus d'une décennie, qui peuvent maintenant être sereinement confrontées. La synthèse de ces expériences est actuellement réalisée par la DAH, qui doit prochainement proposer des normes d'aménagement harmonisées pour les futurs travaux de réhabilitation.

L'évolution des aménagements réalisés par le Programme Arpon montre qu'il est souhaitable de ne pas se limiter à une réhabilitation trop sommaire et de prendre en compte certains aspects comme l'amélioration des pistes (remblais pour les partiteurs, élargissement pour les arroseurs), de la qualité du planage ou des prises d'arroseur. La recherche de solutions peu coûteuses a également permis de dégager certaines conceptions qui doivent être reprises, comme la généralisation du travail en équilibre remblai/déblai ou la faible emprise des rigoles.

La qualité des aménagements du type Retail est bien sûr appréciée par les paysans. On observe cependant que le coût de cette qualité est élevé. Une limitation des terrassements, en réduisant les emprunts qui en augmentent grandement le coût, des exigences moins élevées pour le planage, compte tenu de sa rapide dégradation, réduiraient des postes qui pèsent lourdement dans le coût à l'hectare. L'emprise des ouvrages (et des zones d'emprunts) pourrait être réduite par un non dépassement excessif des profils en travers théoriques. Le doublement ou le revêtement de certaines pistes de partiteur ne sont pas indispensables.

⁴⁹ Les rigoles et drains des parcelles de maraîchage sont de loin les plus mal entretenus de tout le réseau: là encore l'idée semble prévaloir que le maraîchage constitue une exception.

On observe également que certaines options présentent respectivement des avantages et des inconvénients qui, une fois confrontés, ne permettent pas vraiment de trancher sans faire intervenir un "goût" ou une appréciation personnelle: c'est le cas des prises de rigole ou de la maille de compartimentage.

Le coût des investissements est évidemment dépendant des conditions de concurrence au moment de l'appel d'offre, ce qui explique en partie la variabilité des prix unitaires. La question du coût ramène aussi nécessairement à celle de la pérennité des aménagements et à celle, primordiale, de l'entretien. Les insuffisances constatées dans ce domaine et le recul insuffisant ne permettent malheureusement pas de se faire une idée très précise du lien quantitatif entre ces différents facteurs. Les années à venir, qui plus est avec la priorité qui semble devoir être donnée à l'entretien, apporteront sans doute des éléments de comparaison.

Il est apparu très clairement, par contre, que la qualité du matériau - très variable - n'est pas suffisamment prise en compte dans les choix techniques - uniformes - d'un même projet. Ainsi un revêtement latéritique pourra être totalement justifié ou pas selon les cas.

Les protections naturelles des ouvrages devraient être renforcées: il faudrait vérifier le coût et l'efficacité d'une végétalisation des talus. Toutes les risbermes du réseau secondaire devraient être systématiquement stabilisées avec des eucalyptus ou des gmélinas.

L'importance des soles maraîchères (et, à terme, fourragères) a été notée. Elles doivent être prises en compte dans le réaménagement.

L'évolution des rendements observée à l'Office du Niger et la prise en compte des expériences des divers réaménagements sont des éléments qui doivent concourir à la définition d'un meilleur équilibre entre coût et qualité.

Coût de la réhabilitation de Retail II

La répartition des coûts fournie par le contrôle des travaux de Retail II (BCEOM), y compris ce dernier, est la suivante (FCFA).

Installations et services	444.000.000
Terrassements pour le réseau primaire d'irrigation	248.000.000
Terrassements pour le réseau primaire de drainage	217.000.000
Terrassement pour le réseau secondaire	724.000.000
Aménagements des sols en vue des cultures	1.394.000.000
Pistes d'accès aux villages	21.000.000
Ouvrages	574.000.000
Divers	111.000.000
Contrôle des travaux	261.000.000
TOTAL	4.000.000.000 ⁵⁰

On peut corriger ce coût global en tenant compte des investissements dont le bénéfice peut être étendu à une aire plus grande et, réciproquement, en imputant une fraction des réaménagements réalisés en amont (distributeur) qui concernent la tranche Retail II. On peut ainsi rectifier globalement les coûts concernant le réseau primaire (adduction et drainage) par des règles de trois.

Distributeur	Dernier bief (2500 m)	x 1.73
Drainage	Niono-Retail (2400 m)	x 1
	Niono-Gruber (8000 m)	x 0.5
	Kala (6.500 m)	x 0.15
	NR 13 (4680 m)	x 0.5

soit une augmentation de 50 millions, si l'on considère le coût des canaux en question, i.e. seulement 1.2 % du coût global.

⁵⁰ valeur arrondie

On peut aussi calculer un coût d'aménagement restreint en isolant les aspects expérimentaux (155 millions de plus-values pour les arroseurs en béton) et les aménagements annexes (lavoirs, abreuvoirs,...), soit de l'ordre de 100 millions: on arrive ainsi à un total de 3.745 millions.

Si l'on considère une superficie réaménagée nette de 1344 ha, on obtient les moyennes à l'hectare suivantes:

Coût total	3.00 millions/ha
Coût total travaux (sans le contrôle)	2.78 millions/ha
Coût sans aménagements annexes	2.78 millions/ha
Coût sans aménag.annexes ni contrôle	2.56 millions/ha
Coût total ramené à l'hectare brut	2.86 millions/ha

Comparaison des mètres linéaires par hectare

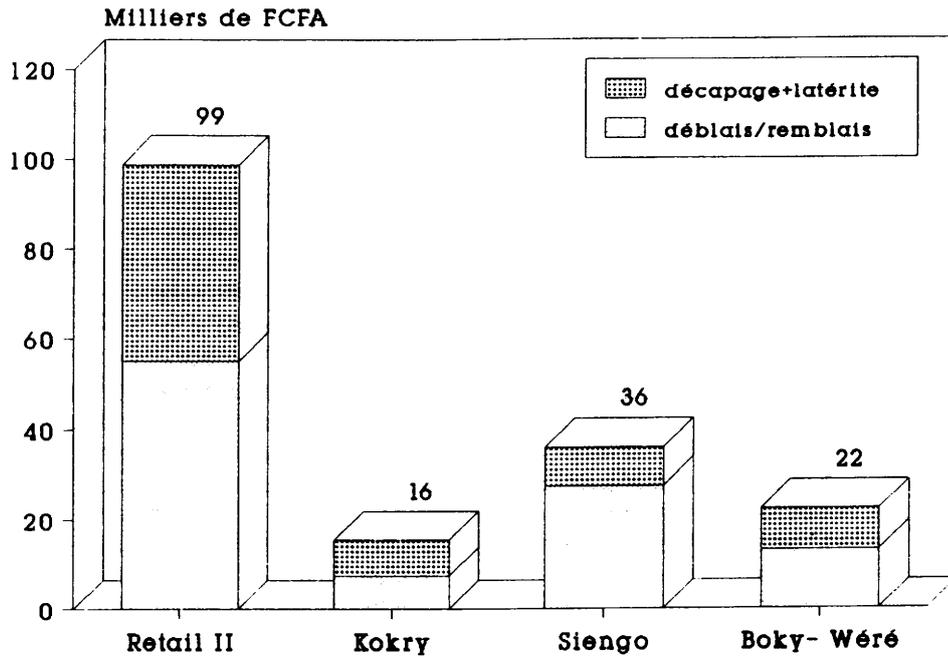
Mètres totaux par réaménagement

Aménagement	Retail II	Kokry	Siengo	Macina
Distributeur	2.512	1.370	13.900	16.000
Partiteur	17.543	2.192	23.150	24.000
Arroseur	47.600	12.604	125.000	83.000
Drain primaire	17.900	2.055	26.000	40.000
Drain secondaire	14.929	2.192	29.350	31.500
Drain tertiaire	40.037	21.920	140.000	81.000

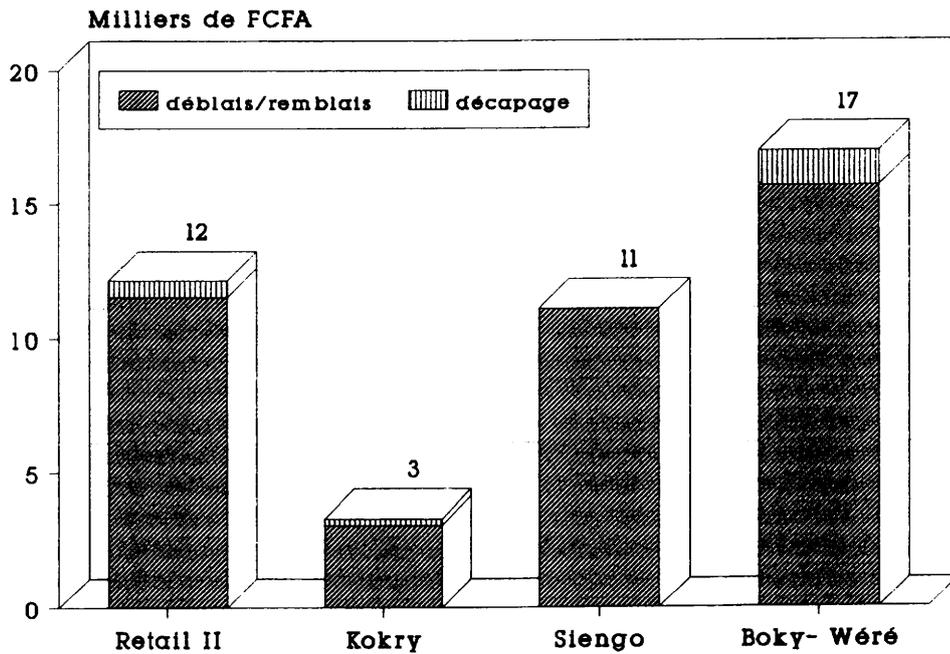
FACTEUR DE CORRECTION POUR L'HOMOGENEISATION DES COUTS

Aménagement	Retail II	Kokry	Siengo	Macina
Superficie	1344 ha	274 ha	3.000 ha	2.520 ha
Distributeur	0.44	0.95	1.10	1.51
Partiteur	1.36	0.84	0.81	0.99
Arroseur	0.91	1.18	1.07	0.84
Drain primaire	1.38	0.78	0.90	0.95
Drain secondaire	1.05	0.85	0.92	1.18
Drain tertiaire	0.82	1.00	1.29	0.89

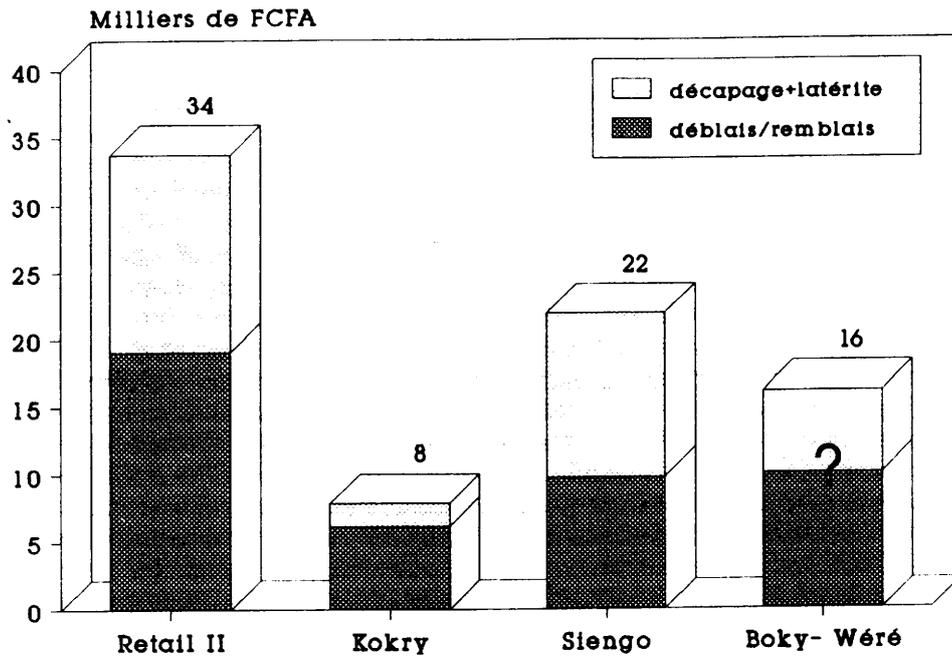
COUT DU KILOMETRE DE DISTRIBUTEUR



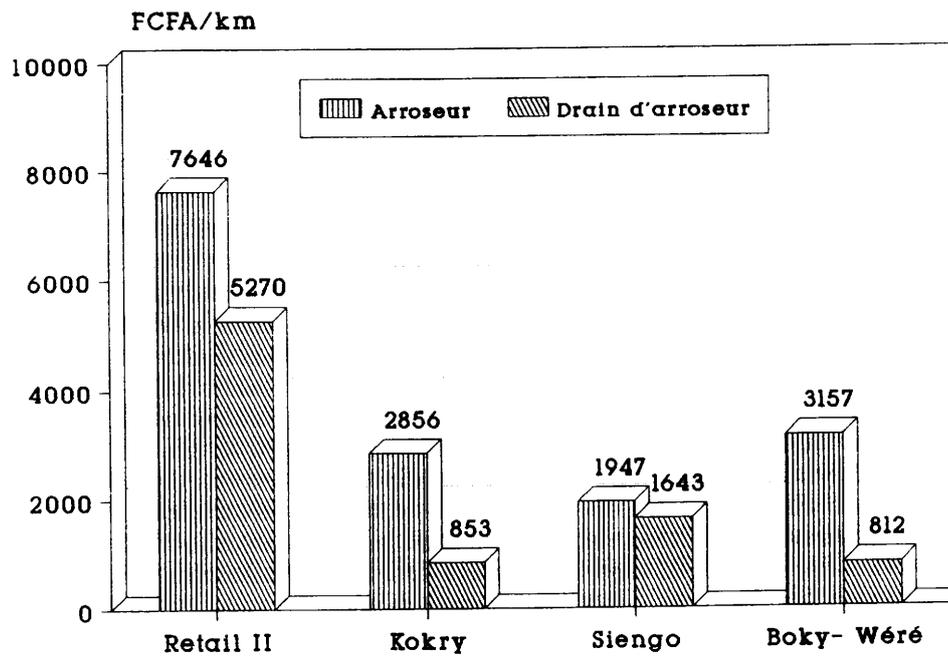
COUT DU KILOMETRE DE DRAIN PRIMAIRE



COUT DU KILOMETRE DE PARTITEUR

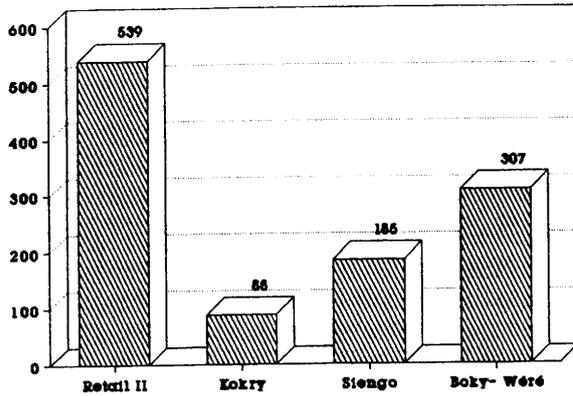


COUT DU KILOMETRE D' ARROSEUR ET DE DRAIN D'ARROSEUR

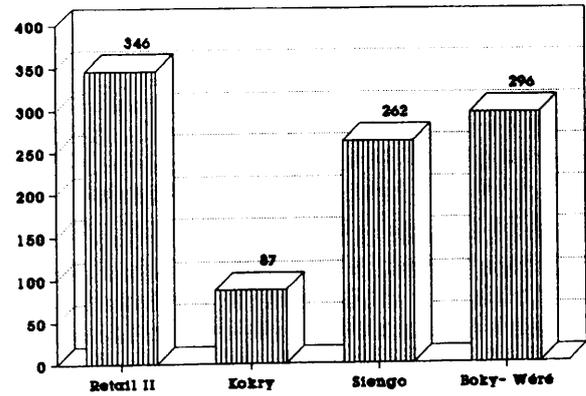


COMPARAISON DES COÛTS UNITAIRES A L'HECTARE pour différentes rubriques

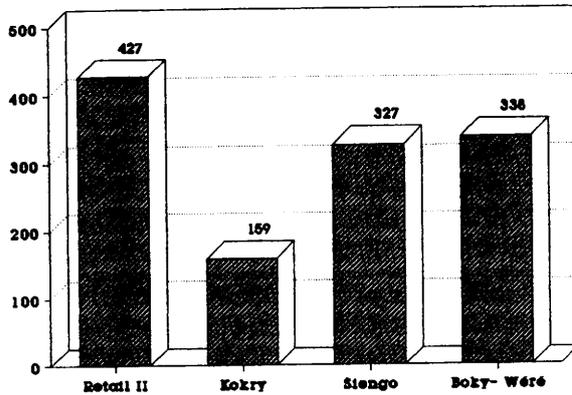
TERRASSEMENT RESEAU SECONDAIRE



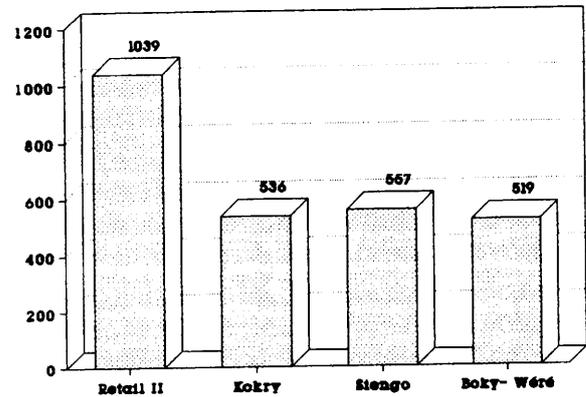
TERRASSEMENT RESEAU PRIMAIRE



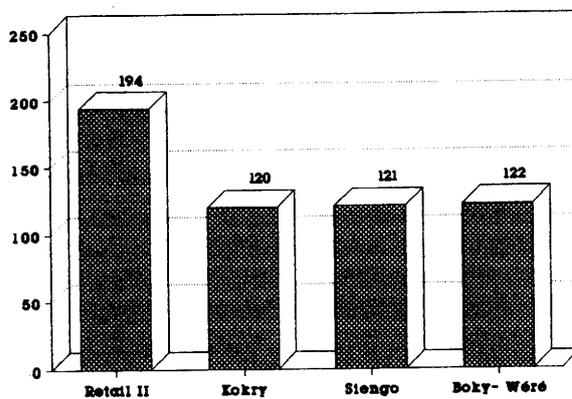
OUVRAGES



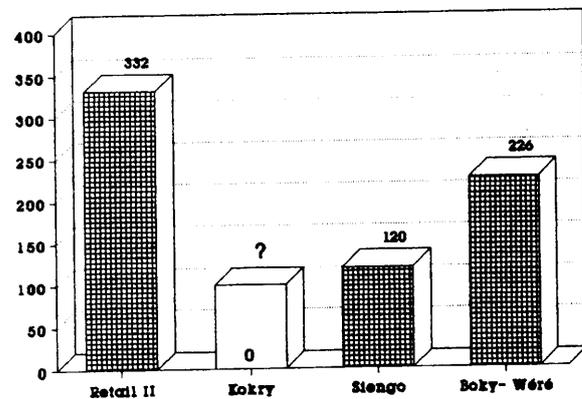
AMENAGEMENT PARCELLAIRE



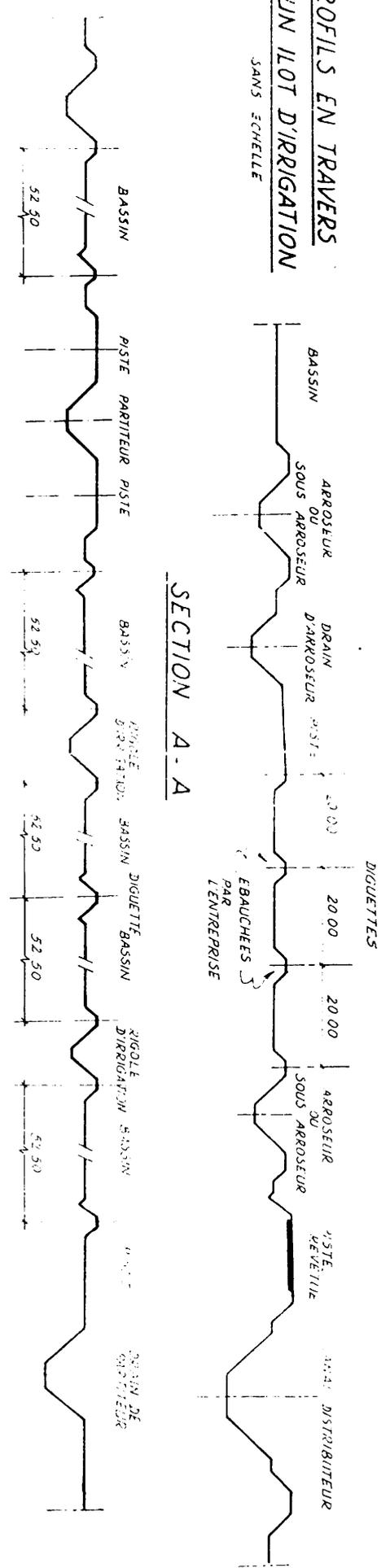
CONTROLE



INSTALLATION

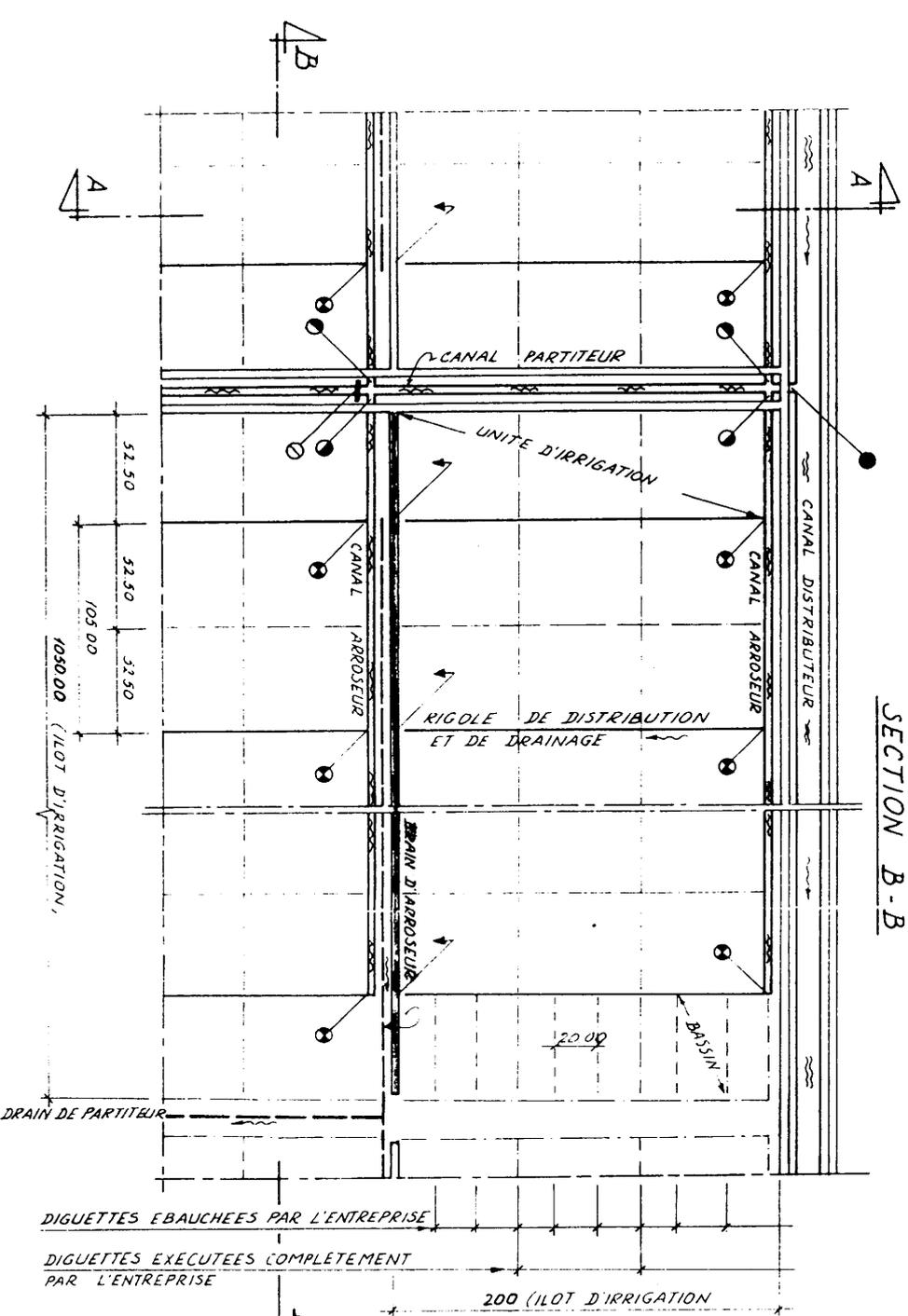


**PROFILS EN TRAVERS
D'UN ILOT D'IRRIGATION
SANS ECHELLE**



LEGENDE

- PRISE DE PARTITEUR OU SOUS PARTITEUR
- PRISE D'ARROSEUR OU DE SOUS ARROSEUR
- PRISE DE RIGOLE DE DISTRIBUTION
- REGULATEUR SUR PARTITEUR OU SOUS PARTITEUR
- ENDROIT DE VUE DE DRAINAGE

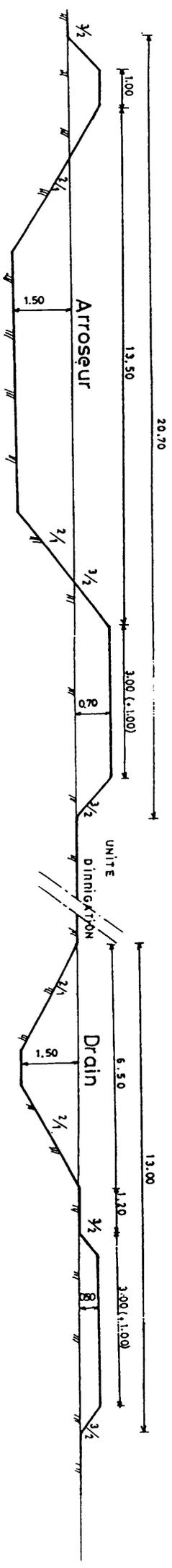


DIGUETTES EBAUCHEES PAR L'ENTREPRISE
DIGUETTES EXECUTEES COMPLETEMENT
PAR L'ENTREPRISE

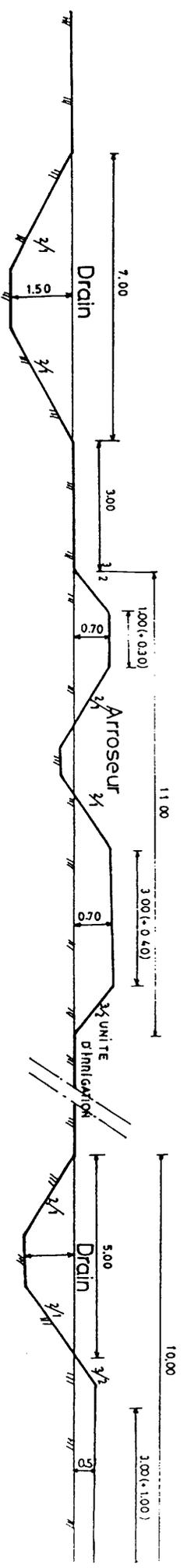
REPUBLIQUE DU MALI MINISTERE DE L'AGRICULTURE OFFICE DU VIGIER		PERIMETRE RIZICOLE DU DISTRIBUTEUR TRAVAUX DE REHABILITATION DOSSIER D'AVANT-PROJET DETAILLE	
SCHEMA D'AMENAGEMENT A LA PARCELLE			
COOPER FINANCE PAR L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE DEVELOPPEMENT (AID)			
SOCIETE DIHV	VISÉ RAPPORT 2 308 44 DATE 10/08/90	30	18

1 cm = 1 m

Bilatéral avec une piste sur arroseur et une piste sur drain



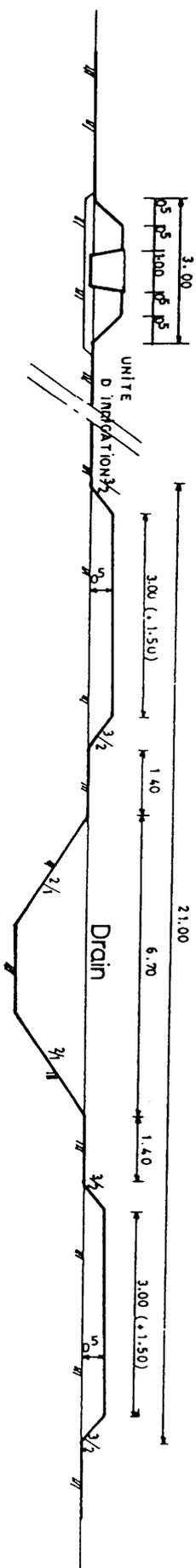
Monolateral avec une piste en pied de digue



N.B. Les cotes entre parenthèses indiquent les sur-largeurs constatées après exécution ("sécurité" prise par l'Entreprise)

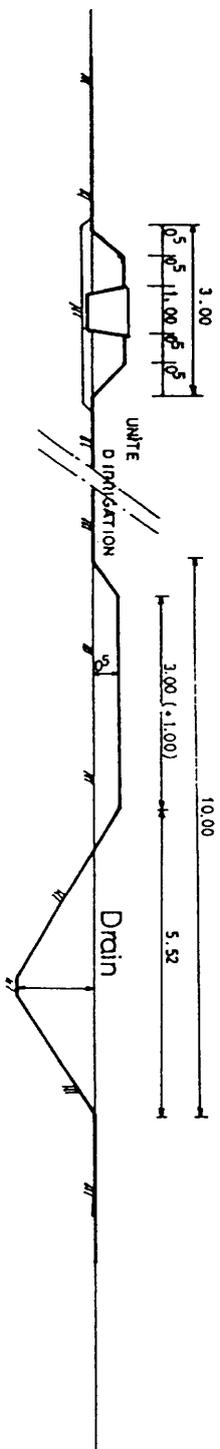
PROFILS TYPES DES ARROSEURS BETON ET DRAINS

Arroseur Beton Bilateral



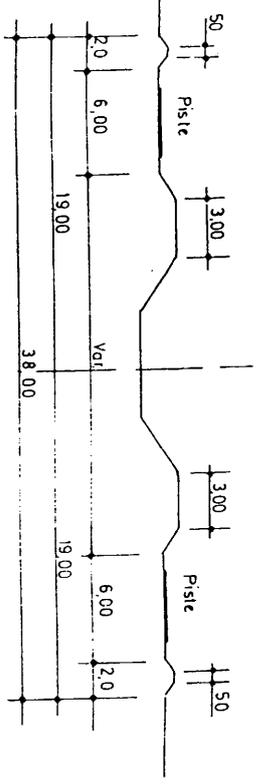
1cm = 1m

Arroseur Beton Monolateral

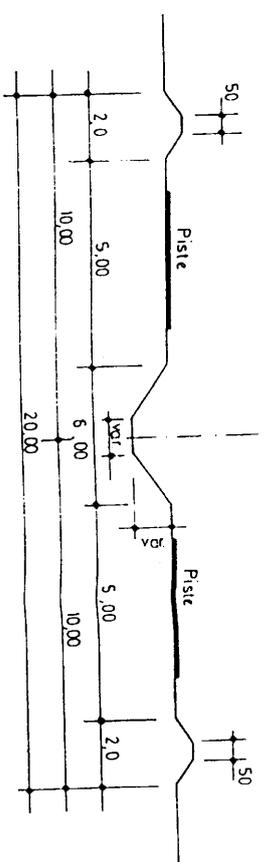


NB: Les cotes entre parenthèses indiquent les sur-largeurs constatées après exécution ("sécurité" prise par l'Entreprise)

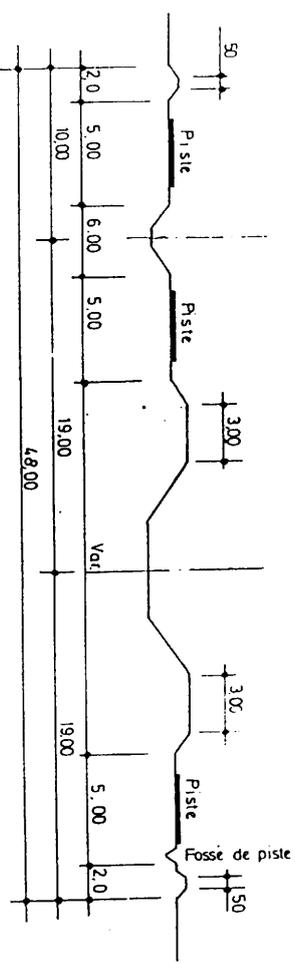
CANAL PARTITEUR



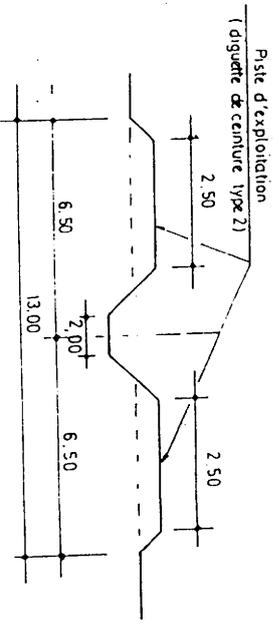
DRAIN PARTITEUR



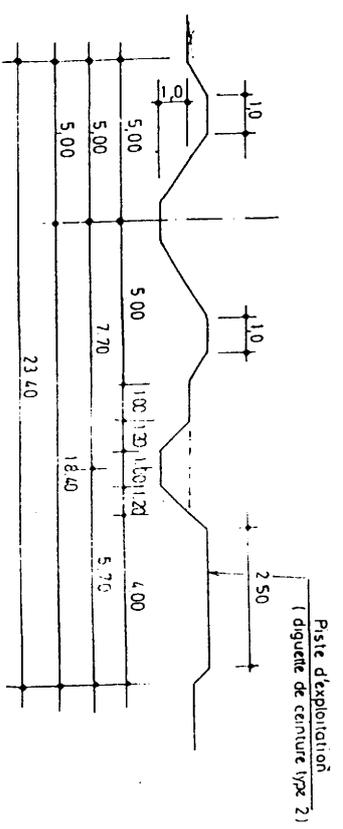
DRAIN ET CANAL PARTITEUR



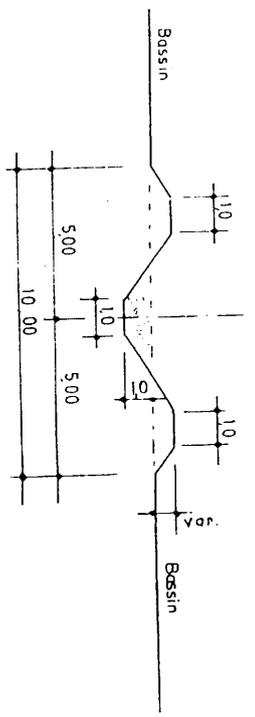
DRAIN D'ARROSEUR (Type 2)



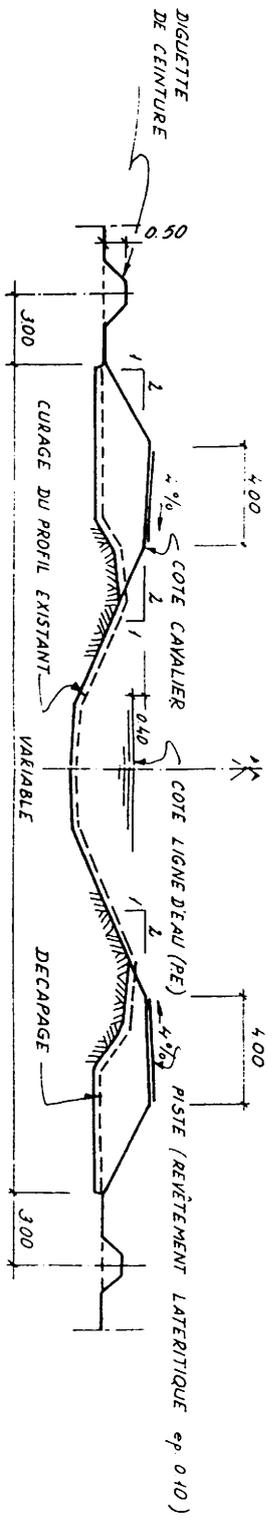
CANAL ARROSEUR ET DRAIN D'ARROSEUR (Type 1)



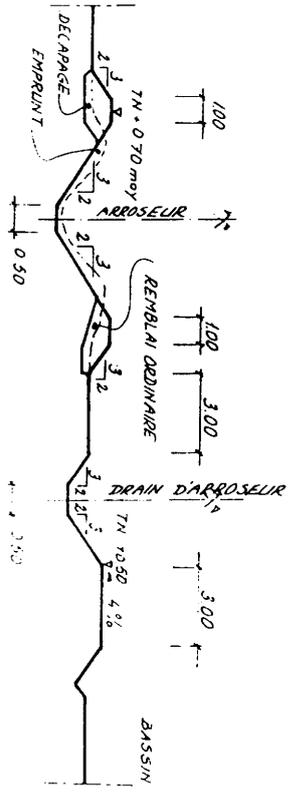
ARROSEUR



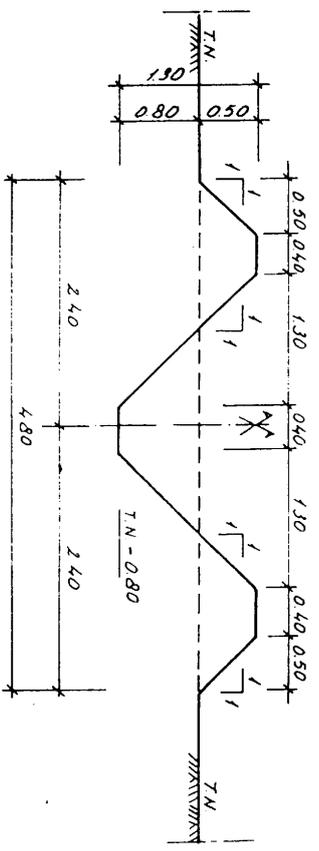
NOTA: le fruit des canaux et fosses est de 3/2.



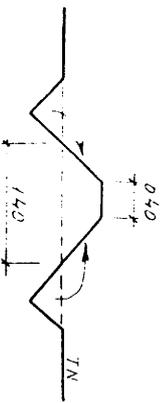
PARTITEUR ET SOUS PARTITEUR



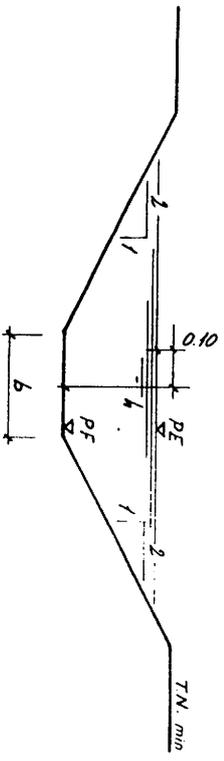
ARROSEUR



RIGOLE DE DISTRIBUTION ET DE DRAINAGE



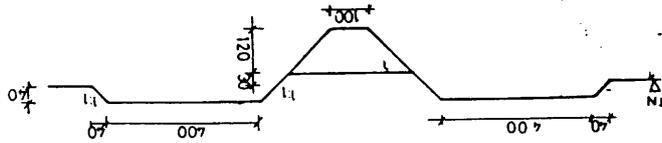
DIGUETTE DE CEINTURE DES BASSINS



DRAIN DE PARTITEUR ET SOUS PARTITEUR

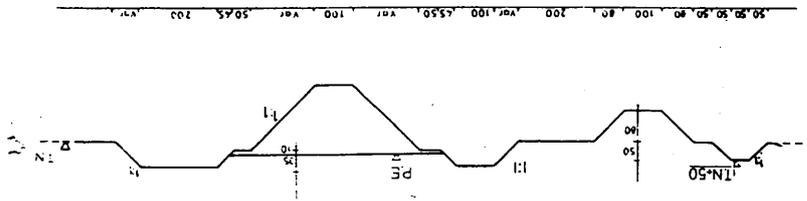
SOGEBEL MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE OFFICE DU NIGER		PERMISSEUR NIGÉROLE DU DISTRIBUTEUR TRAVAIL DE REHABILITATION DOSSIER D'AVANT-PROJET DETAILLE	
DOSSIER FINANCE PAR L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE DEVELOPPEMENT (AID) ENCADRE DE LA BANQUE MONDIALE			
PROFILS EN TRAVERS TYPES			
SOGEBEL MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE OFFICE DU NIGER	SOGEBEL MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE OFFICE DU NIGER	SOGEBEL MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE OFFICE DU NIGER	SOGEBEL MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE OFFICE DU NIGER

-OFFICE DU NIGER-		PLAN TYPE
DAH SET -SEGOU-		Profils en Travers Drain secondaire K1, K2
Janvier 1992	Plan N° 018	Ech: 1/50



-OFFICE DU NIGER-		PLAN TYPE
DAH SET -SEGOU-		Profils en Travers Arroseur et Drain de Parcelle
Décembre 91	Plan N° 017	Ech: 1/100

NB : Les cavaliers de l'arroseur seront à augmenter avec 10 cm de plus value



-OFFICE DU NIGER-		PLAN TYPE
DAH SET -SEGOU-		PROFIL EN TRAVERS PARTITEUR
Décembre 91	Plan N° 016	Ech: 1/100

NB : Les cotés des cavaliers de partiteur seront à augmenter avec 10cm de plus value

