

Atelier national sur la riziculture et commission du programme Riz  
Bobo-dioulasso, 9-11 mai 1994

Contraintes et potentialités des petits bas-fonds soudano-sahéliens  
vis à vis d'une riziculture sous aménagement d'étalement de crues.

Expérience du programme R3S à Bidi (Nord Yatenga).

G.SERPANTIE, (ORSTOM), P.ZOMBRE (IDR) 1994

**Résumé**

Au Yatenga, région soudano-sahélienne du Burkina Faso, les bas-fonds constituent une facette très particulière du paysage. Ce sont des milieux humides, variés et évolutifs, et leur situation au sein d'une région aux prises avec la sécheresse et la dégradation du milieu, en fait actuellement des lieux de sécurité vivrière et pastorale, focalisant des enjeux sociaux importants. Pourtant ils ont été perçus auparavant par les paysans comme une marge des terroirs, disponible pour le pâturage et les expériences de diversification des productions (coton, manguiers, maraîchage).

La concentration des ressources (eau et sols argileux) qu'ils présentent pourrait en faire actuellement un lieu d'intensification de cultures céréalières. En se basant sur les savoirs existants, différentes modifications du système de culture de sorgho ont été introduites. Ces tentatives ont échoué, révélant les contraintes actuelles de ce milieu (forte fluctuation des résultats hydriques, crues violentes interdisant le travail du sol, enherbement important, durée excessive de la période pré-humide) et l'inadaptation des propositions au fonctionnement des systèmes de production.

L'aménagement de ce milieu par des ouvrages de régulation des crues réduit la contrainte d'érosion à l'amont de l'ouvrage mais impose une culture supportant l'inondation, telle que le riz de bas-fond. Mais la demande sociale portant plutôt sur la recharge des nappes d'eau, cet objectif impose la constitution de retenues temporaires (digues semi-filtrantes, micro-barrages) avec une aide extérieure, sur des sites favorables. Une limite de taille est nécessaire pour réduire l'impact sur le milieu aval. On peut y superposer néanmoins un projet d'intensification rizicole en petites parcelles à condition de pouvoir régler le niveau du plan d'eau par une vanne.

Une telle expérience a eu lieu au niveau du quartier Gourga de Bidi. Les propriétaires fonciers ont accepté de céder leurs droits d'usage à condition de cultiver du riz, production secondaire ayant traditionnellement un rôle festif ou monétaire. Le test de systèmes de culture intensifiés sur de petites superficies (variétés de 90j à 100j, labour attelé, fertilisation, plusieurs désherbages) a montré qu'un potentiel de 2.5 t/ha de paddy existe, les rares bonnes années pluviométriques, en amont d'une digue semi-filtrante. Cependant la multiplication d'années défavorables pendant l'expérimentation, rapportée à l'étude fréquentielle du climat initiale, qui donnait le riz comme une culture possible, montre que le climat soudano-sahélien est dans une phase d'imprévisibilité.

Il en a été de même pour une rizière semi-inondée dans le bief d'une retenue à batardeau, qui de plus nécessite des variétés de cycle plus long, moins sensibles à l'inondation, ainsi qu'une bonne gestion de la vanne. Le facteur d'incertitude climatique, les coûts des fertilisants et d'une bonne étanchéité des micro-barrages déversants, enfin l'intérêt finalement limité pour cette production s'opposent au maintien des nouvelles organisations techniques et foncières nécessaires à la gestion des ouvrages et à l'intensification. Si la finalité vivrière prêtée à ces aménagements est pour l'instant remise en cause, il n'en est pas de même de la recharge de la nappe de bas-fond, qui est effective sous la retenue et autorise de nouvelles activités de saison sèche.

La zone soudano-sahélienne serait donc peu apte, dans les conditions techniques, climatiques et sociales d'aujourd'hui, au développement du riz de bas-fond.

ORSTOM Documentation



010004816

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: B \* 4816 Ex: 1

Le climat de la région soudano-sahélienne a subi depuis 25 ans une série de phases sèches qui a rendu difficile la pratique habituelle des cultures pluviales et de l'élevage, fondements des économies paysannes. Prenons le cas du Yatenga (Burkina Faso), et précisément la petite région centrée sur le village de Bidi. Quand ils ne trouvent pas sur place des activités de substitution (orpaillage, artisanat, commerce...), les paysans font fréquemment appel à la solution migratoire ou à l'aide extérieure pour compenser les mauvais résultats de production. Cependant, les systèmes agro-pastoraux ont bénéficié de tentatives d'adaptation à l'évolution du milieu : accroissement des surfaces cultivées par actif, accroissement du troupeau caprin, mise en culture des zones humides encore disponibles et accroissement du maraîchage, une activité rémunératrice exploitant les nappes de thalweg. Cependant les ressources en eau souterraine ont été altérées en maints endroits par cette sécheresse, et les espaces disponibles se sont raréfiés. Ces zones humides focalisent ainsi un certain nombre d'enjeux pour l'économie des régions soudano-sahéliennes.

Ce que l'on appelle "bas-fond", tout au moins sa définition morphologique, est un cas particulier de ces zones humides. Les bas-fonds sont constitués par les principales vallées drainant les petits bassins versants (5 à 200 km<sup>2</sup>), et dont le terrain, relativement plat, de très faible pente (moins de 0.5%) est plus ou moins large et encaissé. Ces milieux généralement argileux occupent une part variable mais faible de la surface des territoires villageois (environ 4% dans le cas du territoire de Bidi, bien pourvu en bas-fonds). Ils sont soumis à des inondations temporaires provenant de la concentration de ruissellements. L'accumulation temporaire d'eaux et le mauvais drainage sont des caractères qui les différencient des terrains cultivés de pente, dont le bilan hydrique s'est appauvri par le ruissellement et la baisse de l'offre pluviale. Ce contraste avait conduit divers mouvements (GRET, 1988 ; Réseau R3S, 1986) à créditer *a priori* les bas-fonds sahéliens d'un potentiel à mettre en valeur pour accroître les productions vivrières de ces régions devenues très déficitaires. Les aménagements traditionnels (retenues et périmètres irrigués) imposent souvent la création d'ouvrages massifs, dont le coût et le risque d'échec élevés s'accompagnent parfois de conditions sociales, économiques et écologiques défavorables.

Sur le plan sociologique, rappelons seulement la forte autonomie des groupes lignagers et des quartiers par rapport à l'autorité politique, ce qui peut gêner l'organisation d'une "société hydraulique" villageoise ou régionale en milieu rural, excepté à l'échelle d'un quartier.

Sur le plan du milieu, il y a la rareté de sites de barrages, la forte perméabilité des sols de bas-fonds qui gêne l'irrigation gravitaire, l'érosion éolienne qui ensable les canaux et l'érosion concentrée qui menace en permanence l'intégrité des ouvrages en zone semi-aride (aménagements de Sulu, Goinré, Thiou)

Sur le plan économique, il y a la priorité généralement accordée en zone rurale au travail sur champs familiaux de mil et la rareté de la trésorerie, incompatible avec l'intensification nécessaire du riz irrigué, enfin les difficultés de la redistribution foncière et les gaspillages de terres occasionés par les retenues.

Aussi les intervenants (ONG, fonds nationaux d'équipement, bailleurs) demandent des propositions d'alternatives à la recherche, compatibles avec les principes de participation et de "gestion durable de terroir". En revanche, une demande fréquemment exprimée par les populations paysannes porte sur la régénération des ressources en eau accessibles aux moyens traditionnels, lesquelles sont fréquemment liées aux bas-fonds ou situées à proximité (nappes d'alluvions, nappes d'altérites...). Cette demande est aussi motivée par le développement du maraîchage, relancé par diverses organisations. Des questions liées entre elles mais plus ou moins contradictoires se posent:

- les petits-bas-fonds ont-ils un rôle à jouer dans une stratégie vivrière ? Peut-on partir des pratiques et savoirs existants, faut-il innover radicalement et introduire l'irrigation, ou existe-t-il d'autres solutions ? Quelle pourrait être la place du riz dans ces stratégies ?
- peut-on envisager la restauration des réserves en eau souterraines avec des moyens peu onéreux et sans perturber les milieux cultivés ou pâturés environnants, tout en réalisant des rizières ?
- est-ce que la mise en oeuvre de tels changements induira ou nécessitera une évolution sociale ? Quelles seront les conditions nécessaires à une stabilité des résultats ?

Pour y répondre, nous devons d'abord connaître ces milieux et comprendre la place qu'y occupe déjà la riziculture mais aussi les autres activités agraires. A partir de là, nous poserons la problématique de l'aménagement, et explorerons diverses alternatives par des enquêtes et des tests expérimentaux réalisés en partenariat.

## I. Un milieu hétérogène et évolutif, modérément apte à la riziculture "de bas-fond".

Tableau n° I

## Distribution des sols dans les bas-fonds étudiés

Bas-fonds	Goinré		Sanga		Bidi-Soulou		Bidi-Gourga		Bidi-Amené	
	% d'occurrence		% d'occurrence		% d'occurrence		% d'occurrence		% d'occurrence	
Sols peu évolués d'apport alluvial hydromorphes	6,7	Versants	44,2	Z. centrale, versants	16,2	Z. centrale versants	13,6	Z. centrale, versants	23,9	Z. centrale, versants
Sols peu évolués d'apport colluvial modaux	-	-	-	-	9,2	Glacis	11,3	Glacis	2,8	Glacis
Sols peu évolués d'apport colluvial hydromorphes	8,4	Glacis	4,2	Glacis	-	-	-	-	-	-
Sols peu évolués d'apport coluvio-alluvial hydromorphes	-	-	4,7	Glacis	-	-	-	-	-	-
Sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions	4,7	Glacis	1,3	Glacis	70,4	Glacis	61,5	Glacis	51,5	Glacis
Sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés	15,7	Glacis	18,2	Glacis	4,2	Glacis	13,6	Glacis	2,6	Glacis
Sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes	29,1	Versants, glacis	27,4	Versants, glacis	-	-	-	-	4,3	Z. centrale versants
Sols hydromorphes à pseudogley d'ensemble	35,4	Z. centrale	-	-	-	-	-	-	14,9	Z. centrale

\* En pourcentage de la superficie totale cartographiée par bas-fond (déterminée par planimétrie électronique).

Au Yatenga, région nous servant de modèle des zones soudano-sahéliennes du Burkina, les bas-fonds qui nous préoccupent ici ne s'observent que dans les régions à relief peu marqué (pénéplaines à inselbergs granitiques, schisteux, basaltiques et témoins cuirassés). Les zones d'épandage des plaines sédimentaires endoréiques (plaine du Gondo et zones ensablées), et les thalwegs des collines birrimiennes (pente supérieure à 1%) ne sont pas des bas-fonds tels qu'on les entend ici.

### Caractérisation des bas-fonds de la zone granitique.

La morphologie des bas-fonds de Bidi suit assez bien la description faite par RAUNET (1985) pour les bas-fonds soudano-sahéliens sur substratum granitique. Ils constituent le réseau hydrographique principal, dont la forme en "baïonnette" traduit les principales fractures du socle, parfois des obstacles constituées par des dépôts sableux dunaires. Leur altitude s'étage de 330 m à 280 m. Ils s'impriment dans le paysage au relief adouci de la pénéplaine, formé de glacis et pseudo-glacis, renforcé sur certains interfluves par des cuirasses plus ou moins démantelées, témoins d'anciennes surfaces d'aplanissement (altitude 330 m) ; à l'approche des inselbergs birrimiens, vers la tête des bas-fonds, les témoins cuirassés s'élèvent à 360 m ou à 390 m.

**Latéralement** (figure 1 et 2), les bas-fonds sont constitués d'une zone centrale de largeur variable, qui correspond à la zone inondable, et de deux bandes latérales qui se raccordent aux bas de pente. Lorsque le talweg est encaissé, ce glacis de raccord a une morphologie convéxo-concave et est appelé "chanfrein" (MARCHAL 1983). Cette pente de raccord est aujourd'hui généralement dégradée. Un processus d'érosion hydro-éolienne, déclenché par la mise en culture et l'utilisation en voie de communication, est à l'origine de cette évolution (SERPANTIE et al, 1988).

Long de 30 km, le bas-fond de Bidi peut être décomposé en quatre parties :

- **un segment amont**, dont la pente ne dépasse pas 1 %. Le profil transversal est concave et la largeur de la zone centrale est inférieure à 50 m ( bassin versant de moins de 10 km<sup>2</sup>). Les principaux affluents du bas-fond ont les mêmes caractères (type étroit et peu marqué, classification de KILLIAN et TEISSIER, 1973)
- **un segment médian** (bassin versant de moins de 200 km<sup>2</sup>), constitué d'un chapelet de petites "plaines" plus ou moins encaissées. La pente varie de 2 à 4 pour mille suivant que le fond est élargi (200 m) ou qu'il s'agit d'un segment de transition, souvent rétréci au niveau d'affleurements de carapace. Le profil transversal y prend alors la forme d'un V évasé incisé d'un lit mineur étroit et peu profond (type étroit et peu marqué).
- **un segment aval** (280 à 300m d'altitude), où la pente est inférieure à 2 p.mille. Le fond se régularise en une plaine de 300 m de large jalonnée de mares temporaires (type étroit et marqué).
- enfin, juste avant le système d'épandage endoréique en delta, qui constitue l'exutoire du marigot, le bas-fond se divise en deux branches, séparées par un cône de déjection. Chaque branche constitue une **plaine** de 500 m à 1000 m de largeur, de très faible pente (moins de 1.5 p. mille) (type large et peu marqué).

En profondeur (figure 3), le profil d'altération observé à partir du granite sain est constitué d'une épaisseur variable de roche altérée, surmontée d'une arène argileuse, puis d'argiles latéritiques, coiffées par une induration ferrugineuse plus ou moins compacte. Une couche sableuse à argilo-sableuse surmonte ce profil. Dans les bas-fonds, l'induration est souvent absente. Des alluvions argilo-limono-sableuses y recouvrent directement les argiles latéritiques. Les puits traditionnels, dont la profondeur varie entre 5 et 20 m, captent généralement les couches latéritiques ennoyées (nappes supérieures), parfois la roche altérée au niveau de cavités entre massifs de roche saine (nappes profondes). La topographie de la roche saine est en effet assez tourmentée, en particulier au niveau des thalwegs qui révèlent souvent des lignes de fractures. Par sondage électrique, on a constaté au niveau du quartier Gourga de Bidi que le plancher granitique sain remonte jusqu'à 10 m environ en rive gauche, contre 25 m en rive droite. Cette dissymétrie se maintient plus en aval. Les puits les plus sûrs et les plus profonds sont d'ailleurs généralement situés en rive droite. Les forages profonds modernes (40 à 60 m) captent des aquifères localisés au niveau de substratum fissuré selon des directions privilégiées.

### Les terrains de bas-fond (tableau I)

L'essentiel des sols de la région du Yatenga est constitué par des lithosols et des sols peu évolués d'érosion, généralement incultes (64 %). Les sols cultivables sont liés principalement aux formations sableuses

éoliennes (sols ferrugineux tropicaux), aux dépressions qui cernent les inselbergs birrimiens (sols bruns eutrophes), aux plaines alluviales de bas-fond, aux bas de pente colluvionnés. Dans la région de Bidi, les zones centrales de bas-fond occupent 4 % de la surface du territoire villageois, mais 12 % du domaine cultivable. On peut les décrire de la façon suivante :

- dans la partie amont et localement sur la partie médiane, la zone centrale est occupée par des sols peu évolués d'apport alluvio-colluvial à texture limono-sableuse en surface, argileuse en profondeur (kaolinite dominante), où l'hydromorphie apparaît. Ils sont moyennement acides (pH 5.2 à 6), pauvres en MO et en N avec un taux de minéralisation important (C/N = 10 à 13), une teneur moyenne en Ca et Mg, faible en K, une carence en P. La réserve en eau est variable (5 à 40 mm/dm)
- dans la partie médiane aval et localement sur la partie médiane, les sols de la zone centrale sont **hydromorphes à pseudogley**, à texture argilo-limoneuse à argileuse, moyennement acides en surface, neutres en profondeur, pauvres en MO mais riches en azote (C/N = 5 à 6). Les autres caractères chimiques sont identiques. L'hydromorphie observée est révélatrice d'asphyxies temporaires. Mais le niveau de la nappe du sol baisse rapidement après chaque épisode humide (3 à 9 cm/j), ce qui est l'indice d'un milieu peu confiné. C'est la fréquence des submersions et de la pluviosité qui déterminera en fait les conditions d'asphyxie. La réserve utile est faible en surface (10 mm/dm) mais bonne en profondeur (20 à 40 mm/dm), excepté s'il y a des niveaux concrétionnés ou carapacés (10 mm/dm). Les niveaux argileux et limoneux favorisent l'épaisseur des franges capillaires.
- de part et d'autre de la zone centrale, les sols des zones latérales (souvent décapés par l'érosion hydro-éolienne au niveau du chanfrein) sont essentiellement des sols **ferrugineux tropicaux peu lessivés à concrétions**, sableux à sablo-limoneux en surface et limono-argileux en profondeur, faiblement acides (pH 5.9 à 6.4), pauvres en MO et N, pauvres en Ca et Mg, carencés en K et P. En profondeur ils peuvent être localement indurés ou hydromorphes à proximité de la zone centrale. Leur RU varie de 10 mm/dm en surface à 20 mm/dm en profondeur.
- les plaines de l'exutoire sont caractérisées par des sols **peu évolués d'apport alluvial**, hydromorphes à pseudogley. Des argiles gonflantes en plus forte concentration leur confèrent une structure polyédrique friable. Une induration ferrugineuse apparaît entre 60 et 200 cm. Ce sont des sols plus riches en cations Ca et Mg, mais carencés en P ass et N total de pH neutre . RU : 30 mm/dm. Meilleure persistance des nappes.

Si ces sols sont donnés pour pauvres à très pauvres chimiquement, selon les normes en vigueur (FAO, 1976, dans BUNASOLS, 1990), les autres sols cultivés, qu'ils soient développés sur sables éoliens, sur arènes granitiques ou sur les produits du démantèlement d'indurations ferrugineuses, ont des caractères de pauvreté chimique encore plus accusés. Il faut donc voir les sols de la zone centrale des bas-fonds drainant plus de 10 km<sup>2</sup> (zone médiane et aval, plaines d'exutoire) comme les sols les moins pauvres, chimiquement parlant.

### La végétation

De 1952 à 1984, la part des surfaces en végétation ligneuse dense est passée de 67% du territoire villageois à 22 %. Dans ce contexte général de dégradation des formations ligneuses liées à la sécheresse des vingt dernières années, au défrichement et au surpâturage, les bas-fonds apparaissent comme des milieux privilégiés. On y rencontre des espèces ligneuses cultivées en vergers denses (manguiers, goyaviers), les arbres de cueillette alimentaire et fourragères (baobabs, tamariniers, nérés, karités, *Lannea*, *Ficus*, *Faidherbia*, *Khaya*) ainsi que de beaux spécimens d'espèces soudaniennes ou ripicoles sahéliennes, en individus isolés ou formations denses. Ainsi *Anogeissus leiocarpus*, *Mitragyna inermis* et *Piliostigma reticulatum* constituent localement des formations boisées ou des fourrés denses (cas du segment aval du bas-fond, des pourtours de mares et des plaines d'exutoire). Aux espèces ligneuses ubiquistes, seules dans la partie amont (*Combretum micranthum*, *Guiera senegalensis*, *Boscia senegalensis*, *Diospyros mespiliformis*, *Ziziphus mauritiana*, *Piliostigma reticulatum*, *Acacia lianescentis*), s'ajoutent dans la partie médiane *Cassia siberiana* puis *Anogeissus leiocarpus*, puis dans le segment aval, *Terminalia macroptera* et *Mitragyna inermis*, soulignant des conditions croissantes d'hydromorphie.

De même la flore herbacée, dominée par les annuelles de milieux secs dans le segment amont, s'enrichissent vers l'aval en graminées de milieux humides : *Panicum laetum*, *Oryza barthii*, *Rottboelia exaltata*, *Andropogon gyanus*. La flore adventice, particulièrement gênante dans les bas-fonds où son

recrû est très rapide, est variée mais dominée par *Corchorus tridens* et les Graminées. La contrainte de l'enherbement exige un premier sarclage très précoce et généralement 3 sarclages sur le sorgho.

### Régimes hydriques : "facteurs générateurs"

Le régime d'inondation des bas-fonds (durée, vitesse et hauteur des lames d'eau) et le régime des eaux souterraines dépendent principalement de l'interaction entre le régime des pluies (averses violentes produisant du ruissellement et bilan hydrique excédentaire au mois d'août) et les constituants physiques du paysage. Les eaux de surface (pluies et ruissellements) constituent les facteurs "générateurs". Modelé, sols et aquifères constituent le "facteur modulateur" des conditions hydriques.

### Le climat

Le régime des pluies et l'évolution des états de surface apparaissent comme les éléments les plus fluctuants des facteurs explicatifs. L'analyse du climat a été réalisée à partir de la série climatique de poste météorologique de Ouahigouya, fonctionnant depuis 1920. Ce poste est situé à 35 km au Sud de Bidi aussi faudra-t-il systématiquement considérer les caractères climatiques (pluviosité, longueur de la saison) comme légèrement surévalués. La figure 3b montre l'évolution de l'offre moyenne quotidienne en eau pendant la saison des pluies, que l'on peut comparer au régime supposé peu variant de l'ETP. On y voit une longue période excédentaire suivie d'une période déficitaire. Le pic de 1950 s'est accompagné ainsi d'une période de reprise des sources. La végétation abondante et le bilan hydrique excédentaire donnaient temporairement aux bas-fonds un caractère **marécageux** que l'on ne retrouve aujourd'hui qu'exceptionnellement dans les plaines d'exutoire. Si l'on s'intéresse à présent à la durée de la saison pluvieuse où les inondations sont possibles (c'est à dire arbitrairement de la première décade où  $P > ETP/2$ , sans sécheresse ultérieure de plus d'une décade, à la dernière, sans sécheresse antérieure), on constate (figure 3d):

- que le début de la saison des pluies est très variable; de surcroît sa date moyenne pendant la période 1969-1985 a subi un retard d'une décade par rapport à la période 1920-1968 ; mais cette analyse grossière cache le fait que certaines périodes sont plutôt précoces (1926-1934, 53-59, 78-81), d'autres plutôt tardives (20-25, 46-53, 67-77, 82-90).
- que la fin de la saison des pluies est un peu moins variable, régulièrement centrée sur le 20 septembre. Il n'y a pas de relation entre les deux dates.
- de ce fait, la durée de la saison est une donnée très variable (figure 3c), mais passant par des périodes de hauts et de bas correspondant aux périodes de précocité ou de retard de l'arrivée des pluies. Avant 1968, le taux de saisons de moins de 90 j est de 1 pour 7. De 1969 à 1985, il est de 1 pour 3 et de 1969 à 1991, il a augmenté à 1 pour 2. Entre 1981 et 1991, il y a eu 7 années à moins de 90 jours. Dans le même temps, la variabilité interannuelle des durées de saison s'est accrue. Mais la relation entre date de début des pluies et durée de la saison n'a pas changé entre la période "humide" 1920-1968 et la période sèche actuelle. Si les pluies arrivent en mai, on est certain que la saison pluvieuse fera au moins 110j. Début juin, elle fera au moins 100j. Du 10 au 30 juin, au moins 90j. Après le 10 juillet, la saison n'atteint jamais 90 j. On a ici un bon moyen, connu par les paysans, de juger de l'opportunité de semer du riz. Il est ainsi rare de voir semer du riz quand les pluies s'installent après le 1er juillet.

### Facteurs du ruissellement et des crues (d'après J.M.LAMACHERE)

Afin de hiérarchiser ces facteurs, un dispositif hydrométrique a été installé en 1985 et a fonctionné jusqu'en 1991 sur le bassin-versant de 47.5 km<sup>2</sup> qui alimente en eau le bas-fond de Bidi, bassin défini par la section de Gourga (située sur la zone médiane du bas-fond). Un réseau piézométrique a été installé sur 5 lignes chevauchant l'axe du bas-fond. Chaque ligne était composée de 5 à 7 piézomètres répartis sur une distance de 200 m. La fréquence des relevés, effectués à la sonde lumineuse, a été fixée à un tous les 15 jours en saison sèche, un tous les 3 jours en saison des pluies. Le choix des sections de mesures hydrométriques et piézométrique a été réalisé de manière à pouvoir étudier l'influence locale d'ouvrages de retenue construits en 1986 et en 1987-1988.

Les résultats de l'étude des crues sont consignés sur le tableau I

Tableau II : Ecoulements annuels et pluviométrie annuelle médians et décennaux.

année	décennale sèche	médiane	décennale.humide
fréquence	0.1	0.5	0.9
écoulements (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	0.2	1.1	2
pluie (mm)	300	450	600
coef.écoulement (%)	1.4	5.2	7

La sensibilité de ce bassin-versant et la rapidité du passage des crues est à relier au développement d'encroûtements imperméables sur des surfaces importantes situées à proximité immédiate des drains secondaires et principaux. La dégradation du milieu consécutive à la persistance d'activités agraires à caractère "minier" (extension des mises en culture sur sols peu épais, surpâturage, déboisement) dans un milieu fragilisé par la faiblesse de la production végétale ont conduit à une extension du phénomène d'encroûtements imperméables (CASENAVE et VALENTIN, 1990). Dans les bas-fonds, les crues violentes qui succèdent aux orages s'accompagnent alors d'une reprise d'érosion et de sédimentation sous forme d'entailles dans les zones resserrées, de dépôts de sable sur les aires latérales ou de vases fines dans les aires de décantation.

Ce fonctionnement hydrologique actuel est particulièrement contrasté avec celui que nous décrivent les anciens de Bidi pendant la période excédentaire des années 50 : existence de sources, inondations plus durables, milieux marécageux. L'abondance de végétation, la rareté des surfaces encroûtées et le bilan excédentaire favorisaient infiltration et drainage profond au niveau des pentes et différaient les écoulements de surface.

### Régime hydrique : facteurs modulateurs et aptitudes culturelles.

Les terrains de bas-fond subissent en saison pré-humide ( $P < ETP/2$ ) une humectation lente et irrégulière, à cause de la structure massive et compacte des sols, des hautes teneurs en argile, et des hésitations de la saison à s'installer. Dès que les premières crues passent, le sol s'humecte mieux en profondeur et par la suite, le régime hydrique est marqué par des crues sporadiques (juillet) ou chevauchantes (août), entrecoupées de périodes sèches. Les zones les plus basses, du fait qu'elles recueillent les ruissellements et ne sont vidangées qu'en dernier, subissent le plus grand nombre d'inondations et le plus longtemps. Les aménagements de stockage des crues accroissent évidemment l'étendue et la durée de l'inondation. Il s'ensuit que la recharge de la nappe superficielle s'effectue exclusivement à partir de ces zones, principalement sur les emplacements les plus perméables. Ceci donne aux courbes izopièzes l'allure de dômes à peu près centrés sur l'axe de drainage. Aussi l'ampleur des conditions d'inondation et d'engorgement des sols s'amenuise au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'axe du bas-fond.. Sachant que le sorgho a dans ces sols un enracinement de 50 à 75 cm et que l'épaisseur de la frange capillaire efficace y est du même ordre de grandeur, la figure 4 montre les fluctuations de la nappe et la zone favorable au sorgho tant vis à vis des contraintes liées à l'engorgement que vis à vis des besoins d'alimentation du

sorgho fin septembre alors que le toit de la nappe chute rapidement. En revanche, ce gradient de régime hydrique devrait autoriser plusieurs formes de riziculture :

- riziculture assistée de nappe sur les zones latérales plus "saines", mais en concurrence alors avec le sorgho et en conditions limites pendant les à-secs.
- riziculture inondable de bas-fond au centre .

**Conclusion : caractères *a priori* d'aptitude à la riziculture des bas-fonds soudano-sahéliens.**

Il apparaît qu'à Bidi une bande centrale étroite du bas-fond, dans les sections médianes et aval, représente du point de vue du **régime hydrique** de bonnes conditions pour une riziculture de submersion et très mauvaise pour la culture de sorgho. Du point de vue de la fertilité chimique, les conditions d'aptitude sont modérées. Les bandes latérales et toute la section amont présente de bonnes conditions pour la culture du sorgho, mais mauvaises pour une riziculture de type bas-fond traditionnel. Sur un autre bas-fond étudié (Sanga, un bas-fond de type large et peu marqué), on retrouve cette "aptitude modérée". Enfin sur le bas-fond de Goinre, large et marqué, l'aptitude serait bonne mais on sait qu'il est déjà aménagé pour la riziculture irriguée.

Les bas-fonds soudano-sahéliens du Yatenga sont donc souvent *a priori* modérément aptes à la riziculture "de bas-fond", et encore seulement sur une bande centrale très étroite et dans leur section aval. En revanche le riz ne concurrencerait pas le sorgho dans cette partie. Cette faible aptitude appelle des aménagements qui améliorent la persistance des crues, des variétés de cycle court qui tolèrent ces crues et l'affleurement des nappes, une fertilisation *ad hoc*, une bonne maîtrise de l'enherbement.

## II Place de la riziculture et des bas-fonds dans les systèmes agro-pastoraux

### Le bas-fond

Il est utile de rappeler ici le rôle qu'occupe le bas-fond dans le système agro-pastoral soudano-sahélien. Selon la chronique que nous avons reconstituée à Bidi, le bas-fond a joué des rôles très divers pour des systèmes de production successifs : celle des anciens paysans-forgerons Dogon, l'élevage transhumant des Peul et de leurs captifs, les pionniers sédentaires du début du siècle, les "producteurs de mil" des années 50, enfin la société agro-pastorale actuelle en butte aux difficultés de la sécheresse. Si le bas-fond est un milieu très sensible aux variations climatiques, et voit donc changer ses aptitudes suivant son régime d'inondation, il était aussi le lieu où la diversification et les expériences étaient les plus profitables lorsque son accès était encore facile et les conditions ni trop humides, ni trop sèches : cultures pérennes, cultures de cycle long, cultures arboricoles, cultures diversifiées de femmes, jardins enclos étaient adaptés dans les années 60 à ce milieu argileux, humide et à nappe d'eau facilement accessible en saison sèche. C'est sur un tel milieu que l'innovation pouvait être tentée et prendre racine, malgré les fortes contraintes: resemis après les crues, travail d'entretien triplé, clôtures et puisards à entretenir, excès d'eau. MARCHAL (1983) avait sans doute raison de présenter le bas-fond comme une "marge" du terroir (au même titre que les brousses éloignées). En tant que "marge", on peut penser que l'innovation y était facilitée, en postulant qu'une société paysanne à fond traditionnel expérimente plus facilement en marge de son système de production. Le changement d'environnement commercial et l'islamisation, l'affaiblissement des pouvoirs lignagers puis les premières sécheresses ont été par contre les stimulants d'une diversification des pratiques agricoles.

Par la suite, la place du bas-fond est devenue centrale lorsque la période sèche s'est installée, focalisant un certain nombre d'enjeux : fonciers tout d'abord pour le sorgho de sécurité, mais aussi pour l'accès aux mares, aux pâturages, à l'eau. La valeur symbolique du bas-fond ne s'est elle pas aussi modifiée à cette occasion ? Le bas-fond, habité autrefois dans ses mystérieux fourrés de lianes par de dangereuses forces occultes, acquiert peu à peu un paysage plus ouvert et la vue de l'eau, conservée par les petits barrages, a au moins la fonction, évidente, de rassurer les riverains.

En revanche la raréfaction des années favorables au riz n'a pas entraîné la disparition de cette pratique et du savoir-faire associé, seulement son repli. Cette production a donc un rôle particulier qu'il faut étudier et prendre en compte.

### Le riz



Le riz est une culture très **secondaire** : la moyenne de superficie cultivée dans une famille représentative du quartier "rizicole" comme Debere est de 5 ares par actif, sur un total de 120 ares de céréales et légumineuses par actif (VISSERS, 1987). La riziculture est le fait des femmes principalement au Nord-Yatenga. Elles disposent de parcelles de quelques ares gérées individuellement (*beolse*) dans les zones marécageuses centrales des plaines les plus larges proches de leur quartier d'habitation, ou dans la bande centrale, le long de champs de sorgho. Ces terrains leur sont prêtés par les tenants fonciers ou leurs maris. Mais lorsque le milieu le permet, certains paysans réalisent eux aussi des champs de plus grande envergure, généralement sur des terrains inondables éloignés dont ils sont propriétaires. De tels champs créent une gêne pour les opérations d'abreuvement aux mares ou de franchissement des bas-fonds par les troupeaux, source de tensions entre éleveurs et paysans. Des contrats implicites existent en effet entre les agriculteurs et les éleveurs Peul qui sont les plus anciens utilisateurs de ce milieu dans cette région du Nord-Yatenga.

Le riz est absent du segment amont du bas-fond, aujourd'hui raréfié dans sa partie médiane (excepté à certains niveaux humides), mais, dans la partie aval, sa place est plus importante. Certaines plaines d'exutoire sont fortement cultivées en riz, mais de manière extensive (plaine de Sanga).

La production de riz des femmes est destinée à la vente. A Ouahigouya, en 1986, le prix du riz local étuvé, bien que plus apprécié que le riz importé, coûte comme lui de 120 à 175 F CFA le kilo au détail. Le riz importé, qui le concurrence directement, a l'avantage d'être aussi vendu en sacs. Néanmoins le riz local peut atteindre les jours de fête 240 F CFA le kilo sur le marché de Bidi. Le riz local peut donc être considéré comme une production ayant un rôle festif. Comme il revient aux hommes de fournir le riz des jours de fêtes, leur propre production n'est pas vendue mais permet de réaliser une économie équivalente. Le plat de riz implique des dépenses supplémentaires en condiments achetés (dépense qui incombe aux femmes) ce qui limite la fréquence de sa consommation aux jours de fêtes. Les objectifs de production restent donc faibles.

Le suivi d'une "bonne année" pour le riz, 1986, nous a permis de mieux cerner les résultats potentiels de cette riziculture, à Bidi. On a vu plus haut que la décision de faire du riz dépend de la précocité des pluies, qui donne une indication sur la durée minimum de la saison. Il faut attendre la fin des semis des champs vivriers collectifs et individuels si les pluies ont été précoces. Le sol est alors déjà enherbé. Le travail du sol, alors indispensable, est réalisé à la pioche mossi (*sugo*) dès qu'une humidité suffisante le permet, les sols de bas-fond étant très durs en sec. A l'inverse les plaines d'exutoires qui ont des sols friables en sec, sont travaillées avant même les semis de mil. Le semis en poquet est réalisé à la fin de ce travail, avec la variété locale de *moui kienda* (*Oryza glaberrima*). Le semis en poquet facilite l'entretien : désherbage, ou sarclage. Généralement le premier est préféré, compte tenu de la forte densité de poquets (10 à 30 poq.m<sup>-2</sup>). Il n'y a généralement aucune fertilisation ni protection chimique. La récolte est progressive, du 1er au 15 octobre, afin de soustraire les panicules mûrs aux ravageurs, à l'égrenage ou à la verse. Les rendements obtenus en 1986 sur les rizières de Debere sont assez élevés: 1.3 à 2.6 t.ha<sup>-1</sup> de paddy (mesures sur placettes de 3 m<sup>2</sup>), grâce à la régularité de la saison pluvieuse et au site très favorable du bas-fond de Debere, enrichi par la présence de bétail en saison sèche. Ce bon rendement est aussi à relier à la bonne faculté de tallage de la variété *moui kienda* (200 à 300 panicules.m<sup>-2</sup> pour 10 à 30 poquets), et à sa précocité. Les revenus d'une femme ont atteint 10 000 F CFA pour 4 ares de riz local. Dans les situations plus extensives (cas des grands champs), l'enherbement est moins bien maîtrisé (adventice *Oryza barthii*). Les rendements se rapprochent de 0.5 t.ha<sup>-1</sup>.

Les années 1986 et 1991 exceptées, la sécheresse accusée de la décennie 1980 a fortement réduit les résultats de cette riziculture. Les femmes enquêtées n'espéraient souvent qu'une production minimale pour renouveler leur semence. La riziculture traditionnelle semblait ainsi en voie de régression. Néanmoins les pratiques de mise en place et d'entretien, les rendements obtenus les bonnes années, les semences disponibles, montrent qu'un savoir important se maintient, en particulier chez les femmes.

Il existe naturellement dans la région des bas-fonds mieux adaptés à la culture de riz de bas-fond, de par leur régime hydrique plus régulier et leur sol plus riche en argiles gonflantes (bas-fonds de Sanga, de Mougounougabako). Il s'agit des plaines de transition entre les drains principaux du massif ancien du Yatenga et la plaine endoreïque du Gondo. Malgré les très grandes surfaces en riz qu'ils présentent, on retrouve dans ces situations apparemment privilégiées les mêmes pratiques extensives et les mêmes variétés rustiques. Les risques importants de déficit hydrique comme d'excès d'eau (50cm d'eau d'inondation à certaines époques), expliquent selon nos enquêtes, cette attitude prudente.

### III Contraintes à l'intensification du sorgho et au développement de la riziculture

#### Le sorgho de bas-fond

Le sorgho de bas-fond, de cycle long (110-120j), photopériodique, est un élément de sécurité du système de production car l'apport des crues et les remontées capillaires viennent équilibrer le bilan hydrique devenu déficitaire. On ne le cultive pas sur les zones trop resserrées (dégâts de crues), ni au centre des plaines de la zone médiane et des plaines d'exutoire (asphyxie). La vigueur de l'enherbement exige un semis précédant sa mise en place et un sarclage très rapproché du semis. La violence des crues ne permet pas de travailler le sol préalablement au semis ni de fertiliser. Les crues précoces sont donc nécessaires, pour humecter suffisamment le milieu pour un semis sur sol propre. Le sarclage est un travail difficile en bas-fond (terre lourde, enherbement dense, plantules de sorgho fragilisées par les crues) mais très superficiel, réalisé à plat, pour faciliter le drainage superficiel et limiter l'érosion.

Une année sur deux, la mise en place du sorgho est précoce (semis direct en poquets). Elle a lieu après la première crue. Son sarclage suit immédiatement le semis du mil sur les champs sableux. La lourdeur de ce travail fait qu'il est difficile de mettre en culture de grandes superficies dans ce milieu, sous peine de retarder le sarclage des champs de mil dont les plus prometteurs ont aussi un enherbement rapide (champs fumés, creux topographiques...). Cette contrainte se renouvelle au deuxième sarclage. De ce fait, on observe que les plus grandes superficies de bas-fond cultivées par actif appartiennent à des paysans pratiquant le labour dans leurs champs sableux. Il s'agit de paysans ayant des revenus commerciaux par ailleurs, l'attelage étant coûteux à entretenir.

L'installation du sorgho subit fréquemment des préjudices dus à l'absence de crues précoces (1987, 1988) ou à des crues trop fortes pour les jeunes plantules, (1985, 1986, 1990), les ressemis étant impossibles dans un enherbement trop abondant, les champs peuvent être alors abandonnés. Les paysans qui ont trop de surface en bas-fonds sont alors pénalisés. La croissance est contrariée par des sécheresses longues (1984, 1987, 1988) ou des submersions trop durables (1988, 1989). Il ne faudrait donc pas voir le bas-fond comme un milieu de tout repos, au contraire. La sécurité qu'il offre ne repose que sur la possibilité de fournir un "haut rendement" (plus de 10 q.ha-1) certaines années "sèches", c'est à dire plus d'une année sur deux actuellement. L'intensification de la culture du sorgho dans ces conditions contraignantes, par l'usage d'intrants classiques (cultivars, fertilisants, desherbants ...) apparaît donc risquée bien que le sol, paradoxalement, soit le plus riche en eau et nutriments du territoire villageois. Les expériences menées à Bidi à ce sujet (test du sorgho à paille courte IRAT 204 par exemple), montrent que le gain de rendement est systématique dans des "situations idéales" (en absence d'excès d'eau prolongé, et si l'installation est réussie). Cette variété n'a néanmoins aucune chance de diffuser en bas-fond, pour trois raisons : risques importants de mauvaise installation et d'excès d'eau d'une part, trop faible production en pailles eu égard aux rôles fourrager assigné au sorgho de bas-fond, précocité incompatible avec les risques de ravages d'oiseaux. Les paysans qui testaient cette variété l'ont finalement mise dans leurs champs de case fumés, avec les autres céréales précoces surveillées (maïs, mils et sorghos précoces). Les engrais et le fumier ne sont jamais investis en bas-fond non plus. Le bas-fond est donc un lieu de diversification peut-être, mais pas d'intensification dans l'état actuel des techniques, si l'on exclut le rôle indirect joué par le labour des champs de mil qui favorise les reports de travail sur les champs de bas-fond.

La productivité des champs de bas-fond est actuellement limitée par plusieurs nouvelles contraintes, liées pour partie à l'aggravation de la période sèche, pour partie à la durée de mise en culture des bas-fonds situés à proximité des villages. La sécheresse a eu pour conséquence de favoriser l'utilisation des pailles de sorgho pour l'affouragement des animaux sédentaires. De ce fait, aucune restitution ne vient compenser les exportations minérales et les pertes de matières organiques, si ce n'est l'apport limité des sédiments de crues et des racines. Selon les paysans, et ce phénomène est confirmé par BACYE (com.pers.), les sols durcissent et leur humectation est très lente en début de cycle, ce qui s'ajoute au problème de l'installation du sorgho. Des crues importantes sont alors indispensables à cette humectation précoce. Le blocage des premières crues par de gros ouvrages de retenue à l'amont des champs peut donc empêcher la mise en place précoce des peuplements de sorgho avant enherbement généralisé. Il faudrait donc que ces retenues laissent passer les premières crues, surtout si elles sont construites en amont de villages.

## Le riz

La durée du cycle pluvieux nous intéresse particulièrement pour la culture de riz. En effet le faible enracinement du riz inondable (25 cm à 50 cm), la vitesse importante de chute du niveau de la nappe du sol (3 à 9 cm /j) et l'absence de remontées capillaires jusqu'aux horizons superficiels des sols de bas-fond font qu'il n'y a pas de possibilités de prolonger la période de fructification de plus d'une décade après les pluies, alors que le sorgho de bas-fond, mieux enraciné et planté dans des zones plus saines, profite mieux des remontées capillaires et tolère un arrêt des pluies à l'épiaison. Les variétés qui supportent des inondations importantes ont des cycles longs. La variété locale *moui pelga* (*Oryza sativa*), exploitée en bordure de retenues dans la région, est une variété de 90 jours, plus court que *moui kienda* (100j), mais plus sensible à l'inondation. Une ou deux décades après le début des pluies sont nécessaires pour la mise en place (après les semis de mil). Si un système permet de compléter l'alimentation en eau pendant le cycle, la réussite demandera donc au moins 9 décades de saison pluvieuse. Cet événement a sur la période sèche 1968 à 1985, une probabilité de 0.66 ce qui peut-être considéré comme limite mais suffisant pour une culture secondaire, compte tenu du fait que l'on peut prévoir la durée du cycle pluvieux à partir de la date d'arrivée des pluies. Cultivé dans des cuvettes au centre des plaines les plus larges, où la vitesse des crues est moindre et l'asphyxie plus fréquente, le riz bénéficie généralement d'un travail du sol préalable car sa mise en place se fait après les semis de grandes céréales.

Dans ces conditions, il est difficile d'envisager un développement de la riziculture, au delà de ce quelle représente, sans accroître l'espace favorable, par des aménagements de rétention, et donc concurrencer en partie le sorgho de bas-fond.

## IV Problématique d'un aménagement rizicole

L'aménagement d'une zone aussi chargée d'enjeux ne peut faire l'économie d'une interrogation des usagers. A Bidi, la demande sociale la plus perceptible porte sur "l'eau".

En effet une autre contrainte apparue est l'appauvrissement des aquifères. Débit et hauteur de l'eau dans les puisards et puits ont baissé à tel point que certains quartiers n'ont plus d'eau à proximité de leurs maisons en saison sèche, ce qui gêne à la fois la vie domestique mais aussi les activités agraires, abreuvement et maraîchage, et potentiellement, de nouvelles activités (pépinières d'arbres, travail de la matière organique...).

De nombreuses enquêtes et réunions avec différentes catégories sociales nous ont convaincus que pour elles, la sécurité vivrière peut être prise en charge par d'autres voies que la seule intensification de l'agriculture de bas-fond (aménagement et fertilisation des champs de mil, intensification sur thalwegs secondaires, orpaillage, commerce, élevage, migrations temporaires, aides d'urgence...). Mais il leur semble que de l'eau (c'est à dire l'eau disponible pour les besoins domestiques et d'abreuvement) dépendent la pérennité du village, la possibilité de faire des mariages, c'est à dire les besoins minimaux. Cette priorité pour l'eau est telle que tout autre proposition portant sur l'aménagement d'un bas-fond à des fins agricoles se heurte à une opposition, liée à la crainte de voir repoussée, une fois de plus, un projet hydraulique. Pour cela, seul un projet de barrage de retenue fait espérer aux paysans une amélioration durable du statut de leurs aquifères. Toutes les autres solutions, et il y en aurait peut-être de moins coûteuses (forages profonds dans les diaclases du granit, citernes, pompes solaires) leur fait regretter la sécurité et d'indépendance technologique qu'ils espèrent dans cette entreprise. Les médias ont suffisamment vanté les mérites des retenues pour que les habitants de Bidi-Gourga aient peut-être aussi désiré avoir la leur, dans un souci de rééquilibrer leur prestige par rapport à d'autres quartiers du village. Il est aussi certain que le pouvoir sécurisant d'une nappe d'eau superficielle est à prendre en considération, en particulier en cette période de sécheresse persistante et inquiétante. Mais l'analyse montre que ce souhait traduit une volonté collective et longuement débattue. Techniquement, il n'est pas illégitime de penser que la durée de persistance d'une nappe d'eau superficielle allonge d'autant la persistance du stock de l'aquifère sous-jacent. La réalisation de retenues n'est pas une nouveauté dans la région. La remontée des aquifères est fréquente sous ces retenues et les habitants de Bidi l'ont ainsi constaté par eux mêmes dans le village voisin d'Amene.

Cependant des inconvénients existent. Un réservoir modifie le régime des premières crues, utiles à un semis précoce du sorgho en aval. Les grands réservoirs occupent de grandes surfaces des meilleures terres

cultivables, en bas-fond et bas de pente. Ils perturbent d'autre part le fonctionnement des écosystèmes des deltas endoréiques et le remplissage de leurs mares. D'autre part les conditions de recharge de nappe sous de petits ouvrages de retenue ne sont pas encore suffisamment connues. Afin de limiter ces inconvénients et cette incertitude, il a été décidé avec nos partenaires (la population d'une partie de Bidi, le FEER, l'administration et des organisations non gouvernementales oeuvrant dans la région) de réaliser deux expériences:

- la mise en place d'une petite digue semi-filtrante, permettant de conserver de l'eau suffisamment longtemps pour qu'elle sature correctement le sol, et remonte en saison des pluies le niveau de la nappe pour sécuriser une culture (celle du riz étant alors la seule possible dans la partie centrale du bas-fond),
- une retenue plus conséquente de 25 000 m<sup>3</sup>, créée par un micro-barrage à batardeau. Cette vanne rustique permet de contrôler la montée du plan d'eau et donc autorise la culture de riz inondable dans la retenue elle-même, mais laisse passer les premières crues.

A la différence des aménagements classiques de bas-fond, qui fonctionnent par irrigation à l'aval ("les bas-fonds améliorés" du FEER), les ouvrages expérimentés ont l'avantage de ne pas requérir de chenaux d'évacuation latéraux, et de préserver le stock d'eau en fin de cycle. Cela évite d'une part des tensions sur la gestion du stock d'eau entre irrigants (riziculteurs) et non irrigants (éleveurs, jardiniers, etc), et d'autre part évite la mise en place d'une organisation de gestion de l'eau, des canalisations et du parcellaire. Une telle organisation demanderait en effet à la fois la garantie d'une autorité reconnue et la mise en place d'une "démocratie de l'eau", que nous postulons difficiles dans la mesure où ici, ce système d'irrigation ne se voudrait pas central dans le système de production mais seulement complémentaire, donc non prioritaire par rapport à l'économie familiale. Rappelons que les associations rurales habituelles (groupements...) mettent leurs activités productives au second plan par rapport aux activités familiales de leurs membres (les champs collectifs de mil et sorgho).

Ces expériences "en partenariat" ont pour but de valider avant tout des modèles techniques de recharge de nappe ayant des impacts réduits sur l'environnement et permettant éventuellement une valorisation agricole. Ces ouvrages sont installés sur des tronçons peu exploités pour des raisons d'étroitesse du bas-fond. Ils ne provoquent donc a priori pas de véritables nuisances.

On comprend ici que notre problématique est éloignée de la conception classique de la "mise en valeur". L'aménagement proposé vise à répondre à un besoin précis tout en préservant l'environnement d'effets non désirés. En y superposant un objectif agricole, il s'agit de survaloriser l'aménagement conçu pour d'autres fins, mais aussi tenter une activité nouvelle et acquérir des références. Cet aspect **expérimental** était bien compris et bien assumé pour nous comme pour les partenaires paysans, techniques et financiers : une riziculture améliorée, à défaut une extension des milieux aptes à la riziculture traditionnelle, raréfiés par la sécheresse. Avec l'aide de plusieurs organismes (FEER, 6S, AFVP, CRPA, ORSTOM), deux ouvrages ont été construits par les habitants de Gourga, entre 1985 et 1987 : une digue filtrante, et un micro-barrage à batardeau (figure 5)

## V. Résultats

### Aspects hydrauliques d'après J.M.LAMACHERE et CARLIER et al (1992)

Dans la zone centrale du bas-fond de Bidi Gourga, juste en amont du barrage (dont l'eau ne persiste pas plus d'un mois après les dernières crues), on observe une remontée de 1.3 m du niveau des basses eaux de la nappe phréatique supérieure entre l'année 1987, avant construction, et l'année 1990, deux ans après construction. Ce rehaussement n'est observé sur aucune des autres lignes piézométriques. L'effet du micro-barrage sur la recharge de la nappe aquifère supérieure est encore plus net si on considère son extension transversalement à l'axe du bas-fond. En position de recharge maximale comme en position d'étiage, le sommet de l'aquifère présente des courbes isopièzes qui forment un dôme très élargi au niveau de la retenue du micro-barrage. En considérant une dénivelée piézométrique de 2 m par rapport au sommet du dôme, en amont du micro-barrage de Gourga, l'extension latérale de la nappe aquifère supérieure, dépasse le double de la largeur inondée en surface par une crue moyenne. En revanche pour la digue filtrante l'impact est trop faible et localisé pour qu'il soit observé des arrière-effets au delà de janvier. Le barrage et la digue filtrante ont donc un effet de concentration de la recharge : les quantités d'eau infiltrées passent de quelques dizaines de mm par an en régime naturel à plusieurs centaines de mm en régime influencé par le

barrage (500 mm au niveau de l'axe du bas-fond, 150 mm sur les bords). Le micro-barrage remplit donc son office et quelques petits jardins sont apparus sur son pourtour. Mais la digue filtrante n'augmente que peu la recharge.

### Résultats agricoles.

La digue semi-filtrante (figure) a été achevée par les paysans en juin 1986 et le barrage à batardeau a été terminé en juin 1988. Ils permettent à une nappe de surface de stagner pendant un laps de temps plus important que dans les milieux rizicoles habituels. L'expérience que nous avons suivie est par conséquent très distincte de la riziculture habituelle, qui est toujours possible en aval ou en amont de ces ouvrages, (en particulier l'aval du barrage, où le riz profite des fuites). Elle a d'autre part été essentiellement menée avec des hommes, compte tenu de leur capacité théorique à pouvoir investir dans des intrants et un labour attelé, et bien qu'ils laissent généralement cette culture aux femmes. Elle a été menée principalement avec une variété de riz local d'espèce *Oryza sativa* (*moui pelga*, de 90j), déjà communément utilisée en bordure des barrages de la région, mais pas encore à Bidi.

### Expérimentation 1986 (amont de la digue-filtrante) : mise en évidence des potentialités de la rizière

Un demi-hectare en amont de la digue filtrante est divisé en 25 parcelles. Chaque expérimentateur dispose de deux d'entre elles, l'une en situation centrale, l'autre en situation latérale. Le sol est labouré avec une charrue attelée ou à la main. La mise en place du riz s'effectue vers le 1er juillet, en poquets. Un premier désherbage (par arrachage) a lieu le 15 juillet. Une fumure minérale (30 N-40 P-30 K) est appliquée au premier sarclage et de l'urée (45 N) est fournie en début de montaison. Toutes les parcelles sont suivies par observations aux différentes phases avec prélèvements sur deux placettes de 3 m<sup>2</sup>.

Le peuplement en panicules (pa) varie de 100 à 180 pa.m<sup>-2</sup>.

- dans les situations sèches de bordure, les mauvais peuplements en pieds (< 30 p.m<sup>-2</sup>) sont mal compensés par le tallage. Celui-ci a eu lieu pendant une période sèche, ce qui a accru l'impact d'une absence ou d'un retard de désherbage.

- en situation humide, le tallage est gêné par les excès d'eau. Un peuplement en pieds correct (50 p.m<sup>-2</sup>) est dans ces conditions insuffisant.

L'élaboration des panicules suit les mêmes règles: les faibles peuplements en panicules liés à un enherbement important n'ont pas une meilleure fertilité. Il fallait au moins deux sarclages après le premier désherbage pour éviter toute concurrence. L'engorgement a la même influence.

Une relation de compensation relative existe entre nombre de grains par m<sup>2</sup> et poids d'un grain: Les situations les plus favorables (ni trop sec, ni trop humides) optimisent le "rendement potentiel" (poids moyen d'un grain plein multiplié par nombre de grains d'une panicule pleins, multiplié par la densité de panicules par m<sup>2</sup>). Mais le rendement potentiel apparaît avant tout lié au nombre de grains par m<sup>2</sup>. Ce rendement potentiel a été nivelé par la verse et l'égrenage qui ont surtout marqué les situations à forte biomasse (peut-être à cause d'un rapport N/K déséquilibré en situation de compétition pour la lumière). Effectivement, un épandage de KCl (30 K) réalisé en 1987 sur 5 couples en fin de tallage a réduit la verse de manière significative sur les parties traitées.

C'est donc à des conditions hydriques optimale (zones intermédiaires entre zone centrale et bordures) et à un entretien sans reproche que l'on doit en 1986, les meilleurs rendements théoriques (sans égrenage : > 3.5 t.ha<sup>-1</sup>). Les meilleurs rendements mesurés sont de l'ordre de 2.5 t.ha<sup>-1</sup>. Le rendement de la rizière n'est que de 1.6 t.ha<sup>-1</sup> (variabilité du milieu et de la maîtrise de l'enherbement). L'engrais investi est localement bien valorisé.

D'autres variétés promues par les services agricoles (IRAT 144, IRAT 147 de 100 et 90 j et 4418 de 115j) et d'autres modes de mise en place (repiquage) ont été testés mais sans meilleurs résultats. Une "pépinière de sécurité" a montré qu'elle pouvait être utile en cas d'inondation trop précoce mais s'est avérée trop coûteuse en temps de travail (arrosage, protection).

En conclusion, l'expérience de 1986 montre que le système de culture testé est, même en bonne année, très "sensible" au statut hydrique de la parcelle, déterminé par sa place dans le bief. Il dépend fortement de l'enherbement (que les inondations trop courtes ne réduisent pas) et au contrôle du peuplement de pieds.

Ces interventions exigent une surveillance et un temps de travail sans doute excessif eu égard aux risques pris. Cette véritable "horticulture de saison humide" reste étrangère à la logique générale du système de culture familial qui consiste à entretenir et fertiliser en priorité les situations culturales les moins risquées

et les plus prometteuses, compte tenu d'un nombre de jours disponibles limité. Il entre mieux dans une logique de champs individuels mais dans ces conditions il ne peut être l'objet d'investissements en intrants.

### **Suite de l'expérimentation**

Les années 1987, 1988, 1989, 1990, défavorables pour des raisons diverses (retard du début des pluies en 1987, 1988 et 1989, arrêt précoce des pluies en 1990, sauterelles en 1989), ont vu une désaffection progressive de la rizière par les expérimentateurs ; ne se sont maintenus jusqu'en 1989 que ceux qui disposaient de cette fameuse "situation intermédiaire", qui rentabilise seule le travail effectué et minimise les risques, mais sans application d'intrants. Ce maintien était dû à la volonté de conserver un droit d'usage. Cette sélection progressive de la surface utilisée ôte tout son sens à un périmètre d'intensification à caractère collectif. La sécheresse de 1990 a finalement fait abandonner tous les expérimentateurs ce qui a permis au possesseur du sol de récupérer tout son terrain en y cultivant du sorgho. En 1991, le propriétaire a refait du riz dans la zone centrale et cette bonne année a montré, à nouveau, le potentiel de 2.5 t/ha sur certaines placettes.

### **Le barrage à batardeau.**

L'expérience renouvelée au niveau du barrage à batardeau a des résultats similaires. Les situations de bordure sont semées en riz de 90 j (mou pelga), tandis que les situations fortement inondées sont semées en ghan moui, variété inondable à paille longue de 120j utilisée en bordure de retenues à Ouahigouya. En 1988 et 1989, le début de saison a un mois de retard. La perméabilité de la cuvette mais surtout de la retenue elle-même ont empêché le maintien d'une nappe d'eau suffisante en fin de saison des pluies, les dernières crues ayant eu lieu fin août. Le riz installé tardivement n'a donc pas terminé son cycle et les parcelles les plus humides ont été noyées sous 50 cm d'eau pendant plus d'un mois. En 1990, la retenue s'est à peine remplie, faute de crues en août. Seules les parcelles les plus humides ont réussi. Les villageois, frustrés à la fois de récoltes de riz et de leur retenue d'eau, ont décidé en 1991 de condamner le batardeau, malgré la nécessité de laisser passer les premières crues. Dans de telles conditions, le semis de riz n'a été possible qu'en bordure de la retenue et à son aval, souvent sur des terrains trop sableux impropres, limitant de fait toute la portée de l'aménagement en matière d'amélioration de la riziculture. Pourtant, une simulation hydrologique sur le bassin-versant montre que de 1985 à 1987 et en 1991, le système préconisé aurait bien fonctionné, assurant de bonnes conditions au riz jusqu'à la mi-octobre.

Un petit essai d'arrosage de fin de cycle à partir d'un puits latéral a été prometteur, bien que trop détaché des contraintes en matière d'effort de travail: la demande du riz à la fructification est de 4 à 5 mm/j soit 1 m<sup>3</sup> par parcelle de 2 ares en cas de période sèche. Une innovation plus sociale qu'agricole a été la constitution d'un assez grand champ collectif (10 ares) d'un groupement de femmes (MAIZI, 1991). Certes la variabilité du milieu se compense à l'échelle de cette superficie, mais la formule de riziculture ne peut être qu'extensive, les groupements de travail réalisant les travaux d'entretien avec des retards importants et n'investissant pas d'intrants.

## **VI Discussion et conclusions**

Sur un plan agronomique, nos expériences de riziculture ont subi une raréfaction des crues de début et de fin de cycle qu'une étude fréquentielle de la durée du cycle pluvial ne permettait pas de prévoir. Au lieu de deux années sur trois supérieures à 8 décades prévues (calcul sur 1968-1985, voir plus haut), nous n'avons eu sur les 6 ans d'expérimentation (1986 à 1991) que deux années favorables (1986, 1991). Cette occurrence a été la même au poste météo de Ouahigouya. Si on considérait comme indépendantes les saisons successives, une telle malchance aurait une probabilité faible mais non nulle de se produire (1 chance sur 24) . Le fait qu'il existe des séries de saisons plus longues ou plus courtes (non stationnarité de la série) empêche en fait d'exploiter cette hypothèse et de faire réellement confiance à une étude fréquentielle classique. La série de saisons très courtes de la fin des années quatre-vingt était en fait un événement imprévisible, bien qu'on l'observe aussi au tout début de la série pluviométrique de Ouahigouya (figure 3c). Ce début de série (1920) coïncidait avec la fin d'une sécheresse qui a déclenché la famine historique de 1914. Ces courtes saisons constituent donc une contrainte qui se surajoute au déficit relatif de pluviosité mais elles sembleraient donc s'être déjà produites au début du siècle. Cela peut donner des raisons d'espérer des jours meilleurs mais en attendant, cette incertitude pose le problème de la

pertinence de tels aménagements s'ils étaient réalisés seulement au nom d'une intensification rizicole viable et dans les conditions de surcroît limitées de la zone soudano-sahélienne.

Il existe bien sûr des possibilités d'amélioration du système technique proposé si l'on disposait de variétés de cycle encore plus court mais résistantes aux inondations, de moyens d'assurer une meilleure étanchéité des ouvrages, et si on recherchait des bas-fonds moins perméables, avec un meilleur rendement topographique. Mais ces dernières hypothèses sont en contradiction avec la fonction de recharge de nappe prioritaire et avec l'intérêt que l'ouvrage soit près des habitations (surveillance, puits) et n'occupe pas de terres cultivées en sorgho.

Sur le plan hydraulique, la remontée du niveau des nappes supérieures pendant la saison sèche n'a été significative que sous la retenue du barrage à batardeau, ce qui implique à la fois un facteur de taille de l'ouvrage et la situation particulière de perméabilité du site.

Sur le plan social, ces aménagements lourds et les relations suivies avec des intervenants extérieurs impliquent et profitent beaucoup plus aux hommes qu'aux femmes. Même si ces dernières participent activement et en grand nombre aux constructions, elles n'acquièrent que peu de nouvelles compétences et de droits, mais en revanche ces chantiers collectifs semblent favoriser le poids de leurs associations. Elle sont de fait utilisées comme de la main-d'oeuvre (MAIZI, 1994). Les tenants fonciers des milieux modifiés par les aménagements acceptaient une distribution parcellisée des droits d'usage sous la condition exclusive d'une culture de riz "expérimentale". Cette condition les protégerait apparemment du risque d'affaiblissement de leurs droits fonciers, à terme : on peut penser qu'ils savent à l'avance que l'expérience reste précaire et liée à l'intervention extérieure. Dans ces conditions instables, la riziculture expérimentale qu'ont tenté avec nous les paysans sur de petites surfaces (2 à 4 ares), restait sans doute une tentative promise à des difficultés. Il aurait fallu que le système de culture proposé ait des résultats satisfaisants de manière régulière pour que les expérimentateurs conservent leur motivation et défendent alors leur droit d'usage. Dans le cas contraire, il était inéluctable que ce droit concédé au départ reviendrait progressivement aux tenants fonciers au premier abandon, et que le type de culture que ces derniers choisiraient serait une riziculture traditionnelle extensive dans la zone devenue impropre au sorgho, les parties les moins inondées revenant au sorgho. Nous apprenons effectivement qu'en 1991, les propriétaires fonciers des terrains à l'amont de la digue filtrante ont récupéré leurs droits d'usage et qu'ils ont mis en culture le bief de la manière prévue, ayant constaté le désistement progressif des expérimentateurs après quatre années défavorables.

Il est donc vraisemblablement erroné de présenter les petits aménagements régulateurs de crues tels que ceux que nous avons étudiés comme un soutien durable à l'agriculture vivrière des zones soudano-sahéliennes. Seuls pourraient en profiter, de façon très marginale, les propriétaires fonciers des terrains inondables qui ne bénéficient d'ailleurs pas systématiquement de cet étalement des crues (à l'exception des petites digues filtrantes des zones collinaires, qui permettent la culture du sorgho grâce à un meilleur drainage). Le seul objectif sur lequel il faut compter dans le cas de barrages étanches est l'impact local sur l'aquifère, encore faut-il améliorer le choix des sites par étude géophysique et l'étanchéité des ouvrages. Cette expérience rizicole aura-t-elle été donc vaine ? Pour MAIZI (1991), les actions de développement ne s'adressent pas à une collectivité fixée par la tradition, mais à un ensemble complexe d'individus qui se définissent par des contraintes ou des intérêts différents par rapport au projet. De fait, cette confrontation de la société rurale avec elle-même et avec des partenaires extérieurs à travers toute **expérience** a à son tour modelé de nouveaux tissus de relations et d'influences, généré de nouvelles contraintes et axes de négociation, d'entente, généré de nouveaux savoirs. L'ensemble de ces modifications du tissu social peut-être perçu comme une nouvelle étape dans l'adaptation de la société villageoise aux transformations de son environnement.

### Bibliographie

AGNAME (P.), 1991. Diagnostic des barrages de Gourga et Amene, proposition de travaux de restauration. Mémoire de stage EIER, Ouagadougou 42 p+ ann.

- ALBERGEL (J), LAMACHERE (J.M.), LIDON (B.), MOKADEM (A.I.), VAN DRIEL (W.), 1993. Mise en valeur des bas-fonds au Sahel. Typologie, fonctionnement hydrologique, potentialités agricoles. Ed CCE DG XII, 335p.
- AUTISSIER, (V.), MONIN (L.) 1987 . Place et rôle du maraîchage dans le Yatenga. Rapport de stage mult., ORSTOM, 250 p + annexes, Ouagadougou
- BAIMEY (A.), 1991. Application du modèle GR3 à l'évaluation des ressources en eau de quelques bassins-versant du Burkina Faso. Mémoire de recherche, E.Polytech.de Lausanne, mult. 62 p
- BERTON (S.).1988 . Le point sur les aménagements de bas-fonds. Ed. GRET, Paris.
- CARLIER (P), FAVIN (H.), LEGER (C.), 1992). Etude de la recharge naturelle et artificielle des nappes de bas-fond de la région de Bidi. Rapp.BRGM, 66p + annexes.
- CASENAVE(A.), VALENTIN (C.)- 1990 . Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration. ORSTOM Collection Didactiques. 280 p, Paris.
- KILIAN (J.) et TEISSIER (J.), 1973 : Méthode d'investigation pour l'analyse et le classement des bas-fonds dans quelques régions de l'Afrique de l'Ouest. L'Agron. trop. 28 (2) : 156-172.
- LAMACHERE (J.M.)- 1991.Observations piézométriques au niveau du bas-fond de Bidi, années 84-90.
- LAMACHERE (J.M.), SERPANTIE (G.)- 1991 . Valorisation agricole des eaux de ruissellement et lutte contre l'érosion sur champs cultivés en mil en zone soudano-sahélienne. In "Utilisation rationnelle de l'eau des petits bassins-versants en zone aride". AUPELF Ed. p 165-178.
- MAIZI (P.). 1991. Etude sociologique d'un aménagement hydroagricole à Gurga, Bidi, Nord Yatenga. ORSTOM- R3S 48p.
- MAIZI (P.), LAMACHERE (J.M.), SERPANTIE (G.), ZOMBRE (P.), 1991. Fonctionnement et aménagement d'un petit bas-fond soudano-sahélien (Bidi ,Yatenga, Burkina Faso) Comm. au Séminaire International Bas-fonds et riziculture, Tananarive, 9-14 déc 1991.(24p)
- MARCHAL (Y.) 1983. Le Yatenga. La dynamique d'un espace rural soudano-sahélien. Coll. Travaux et documents ORSTOM n° 130. 569 p.
- MARTINELLI (B.), SERPANTIE (G.) 1987 . Deux points de vue sur la confrontation paysans-aménageurs au Yatenga.in Cah. Rech. Dèv.n°14.
- MIETTON (M.), 1986. Méthodes et efficacité de la lutte contre l'érosion hydrique au Burkina Faso. in Cah.ORSTOM, sér.pédol., vol XXII, n°2, p181-196.
- OUEDRAOGO (M.).1991. Cartographie foncière du bas-fond de Bidi-Amene. Mult. ORSTOM.25p
- RAUNET M. (1985). Bas-fonds et riziculture en Afrique. Approche structurale comparative. in Agro. trop. n° 40-3 pp 181-202.
- Réseau R3S. (1986) Programme de recherche pour la mise en valeur des bas-fonds au Sahel.
- SERPANTIE (G.), 1988. Aménagements des petits bas-fonds soudano-sahéliens. Elements pour des choix de priorités et de techniques. Comm. au Sém. sur les techniques d'aménagement des bas-fonds Ouagadougou 25-27 avril 1988. 12 p



SERPANTIE (G.), MERSADIER (G.) TEZENAS DU MONTCEL (L.) MERSADIER (Y), 1988. Dynamique d'un système agro-pastoral soudano-sahélien. BIDI, Yatenga, Burkina Faso. in Cah. Rech. Dèv.n° 18.

SERPANTIE G., TEZENAS du MONTCEL L., VALENTIN C., 1992 - La dynamique des états de surface d'un territoire agro-pastoral soudano-Sahélien. Conséquences et propositions, 25 p. Dans " L'aridité, une contrainte au Développement", Ed ORSTOM, Paris.

VISSERS (M.), 1987. Rôle des bas-fonds et de la riziculture dans les systèmes de production soudano-sahéliens. Cas du Yatenga. Rapport de stage U.Wageningen - ORSTOM 68p.

ZOMBRE (P.), 1993. Caractérisation morphopédologique des bas-fonds dans la province du Yatenga. Rapports techniques 1 et 2. Rapport IDR-R3S-ORSTOM, Ouagadougou,. 76p + 2 cartes.

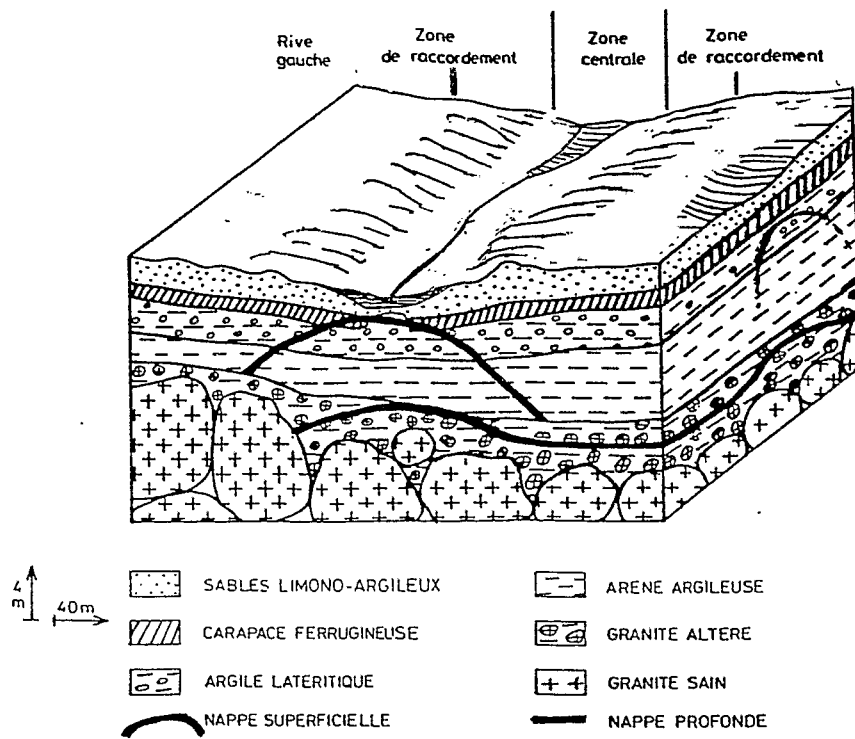
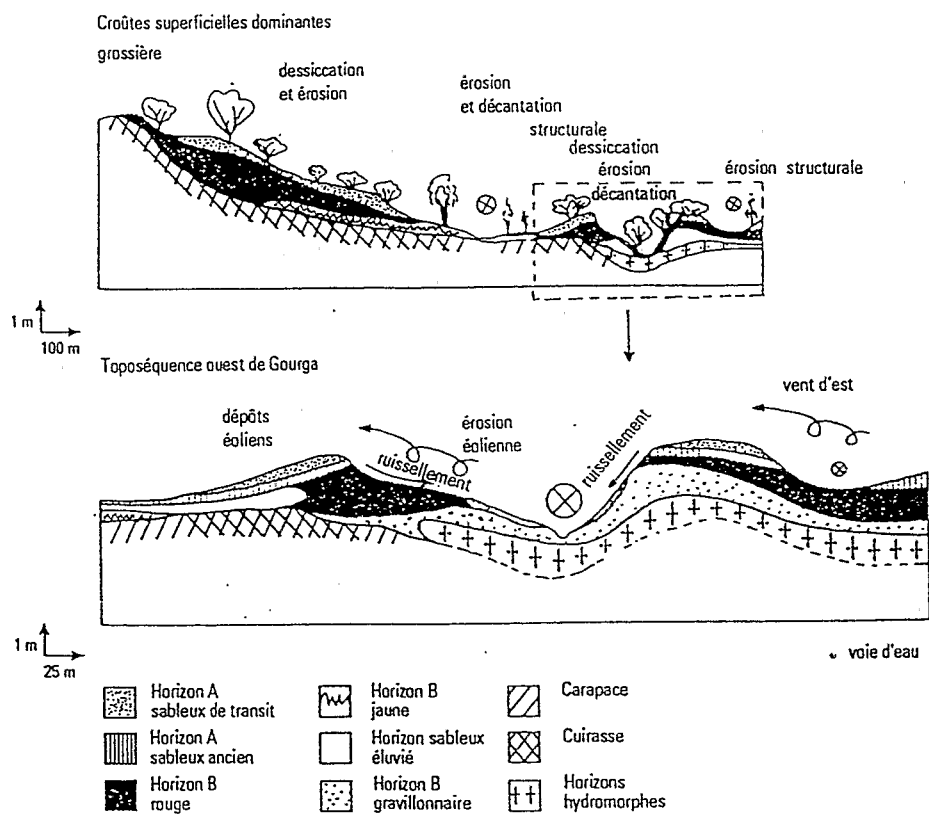


Figure 1 : Bloc diagramme du bas-fond de Bidi (zone médiane, niveau Gourga))

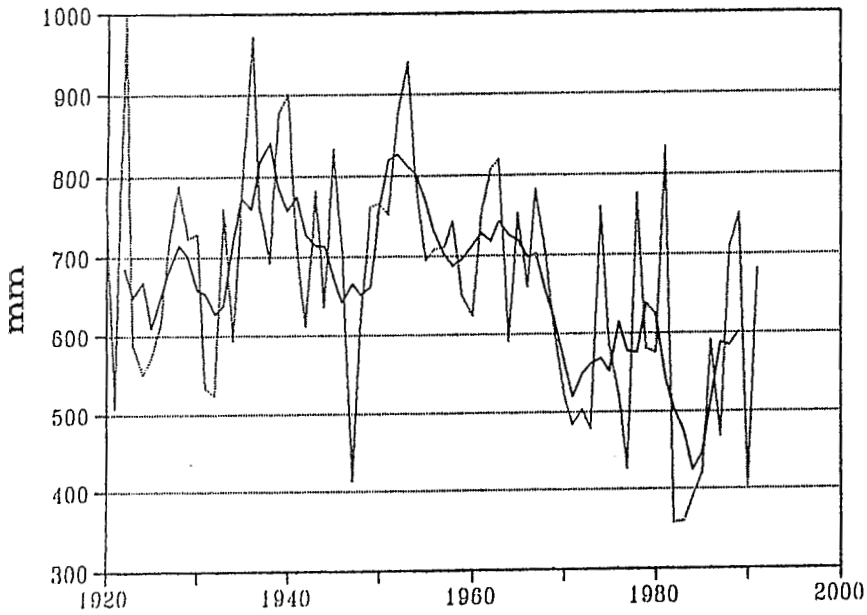


Coupe pédologique du bas-fond de Gourga-Tilli. Influence de l'action du vent sur la dissymétrie des versants.

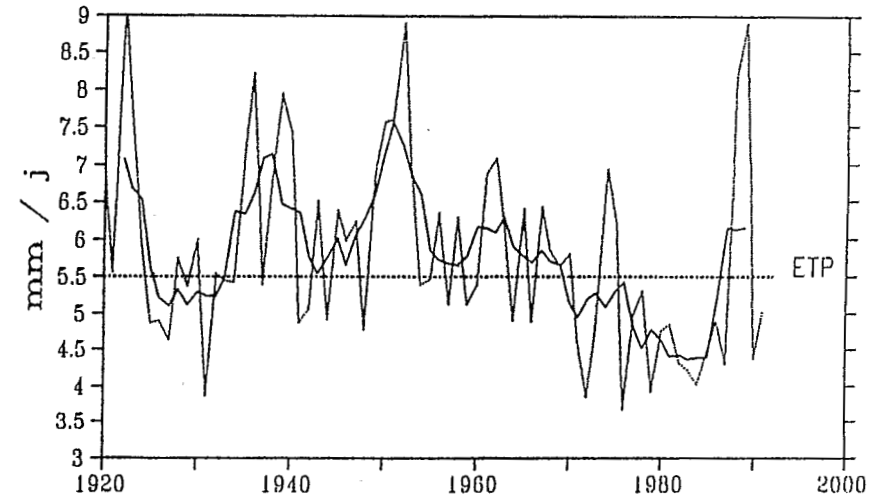
Figure 2 : Transect pédologique au niveau de BIDI-GOURGA. (d'après C. VALENTIN).

Figure 3 : Paramètres du climat. Série de Ouahigouya.

**a**: Pluviométrie annuelle.



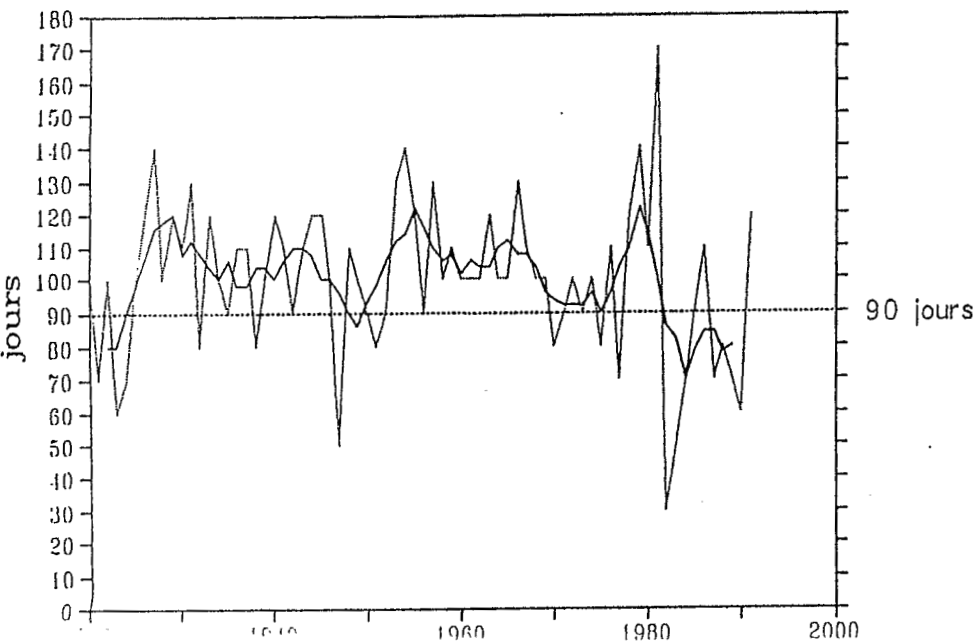
**b**: Offre quotidienne en eau pendant la saison des pluies.



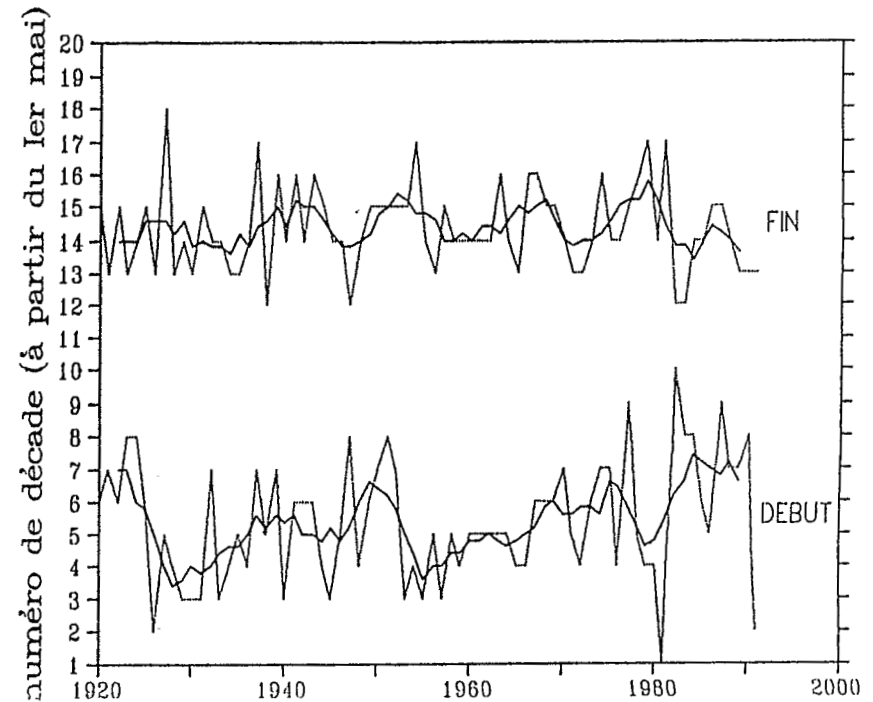
— données brutes

— moy. mobile par 5

**c**: Durée de la saison des pluies.



**d**: Début et fin de la saison pluvieuse.





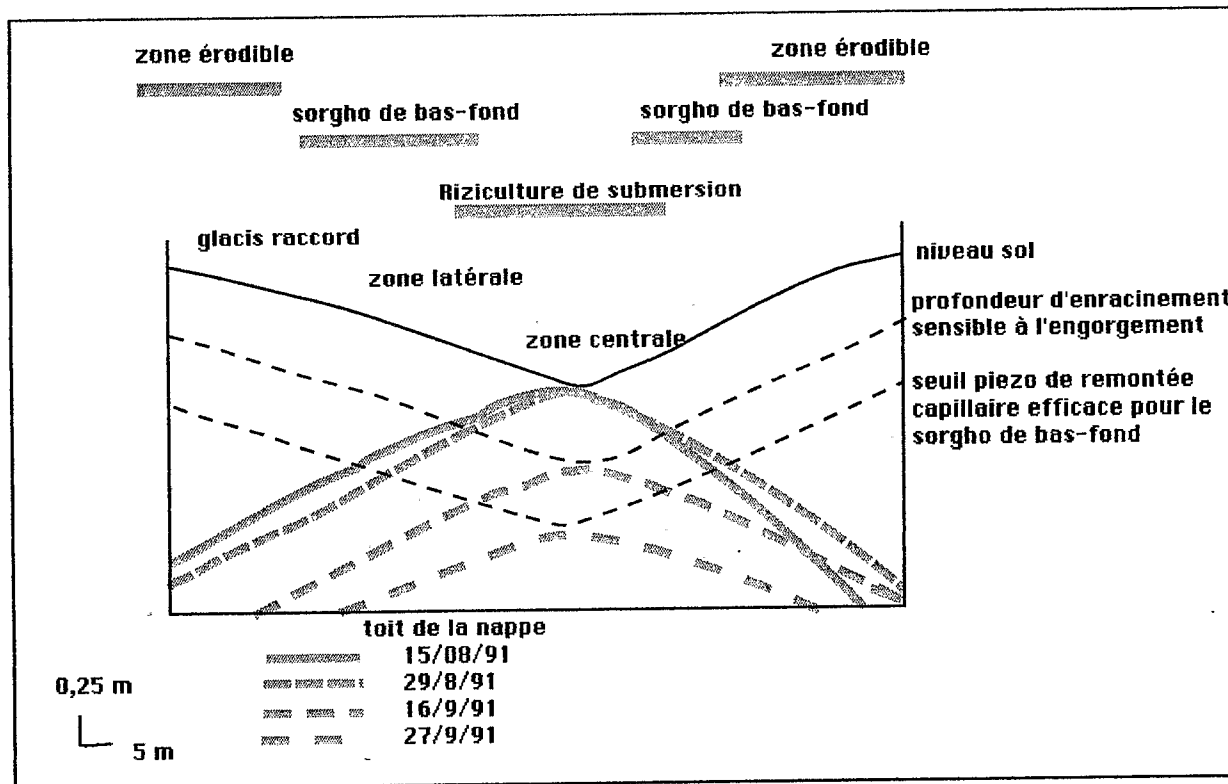


Figure 4 : Niveaux piézométriques enregistrés en amont de la digue filtrante (en l'absence de la digue, les courbes isopièzes d'août sont plus basses de 25 cm environ) ce qui autorise un accroissement de la zone apte au sorgho vers le centre du bas-fond)