

THE HYDRAULIC WORKING OF SHALLOW WATERS IN WEST AFRICA:
THE STATE OF PRESENT DISCOVERIES, WITH RESEARCH CONTINUING

Jean Albergel, ORSTOM
Jacques Claude, ORSTOM

ORSTOM, B.P. 1386, Dakar, Senegal

ABSTRACT:

From the northern border of the Sahel to the forested areas in the south of GUINEA, wet areas are being increasingly cultivated. The development of farming in the river beds is linked to an increase in constraints on rain farming on the slopes; drought in the north; exhaustion and erosion of the soil, or a shortage of arable land on the slopes in the areas with a more favourable climate.

In the Sahel and the Sahelo-Sudan, drainage axes are usually spread out, rarely hemmed in. Floods are sudden and big, and submerge areas where drainage is often slowed down by topographical thresholds downstream. This temporary flooding feeds inter-flux expanses of water in the depressions. Relatively wooded, the flood beds are used as secondary pasture by shepherds in the north, while further south this is rivaled by agriculture (gardens, small rice fields...).

In the Sudano-Guinean region, the flood beds are usually more hemmed in. These flood beds are affected by the rise or lateral flow from the expanses in depressions, and the convergence of surface streams. Where the river bed has been transformed by human intervention, cash crops, such as rice, cotton, maize...are often grown.

In particular, the flood beds along tidal reaches of GAMBIA and CASAMANCE and in COASTAL GUINEA are the home of important development programmes. These improvements should solve the problems of acidification and salinity of soil.

The present communication seeks to sum up what is presently known of the hydrology of shallow waters and flood beds in West Africa.

Fonctionnement hydrologique des bas fonds
en Afrique de l'OUEST

Jean ALBERGEL, ORSTOM, DAKAR
Jacques CLAUDE, ORSTOM, MONTPELLIER

Centre ORSTOM de Hann
B.P. 1386 DAKAR SENEGAL

RESUME:

A partir d'un modèle idéal sont décrits les grands types de bas-fonds de la zone soudano-sahélienne. Le fonctionnement hydrologique est expliqué en relation avec la morphologie, les sols et les états de surfaces. Des ordres de grandeurs sont donnés par grande famille. Sont abordées les possibilités d'aménagement en fonction de la ressource en eau.

INTRODUCTION:

Depuis la bordure nord du Sahel jusqu'aux zones forestières du sud de la GUINEE, les bas fonds sont de plus en plus cultivés. Le développement des cultures dans les bas fonds est lié à l'augmentation des contraintes de l'agriculture pluviale sur les versants: sécheresse dans le Nord (GROUZIS & ALBERGEL, à paraître), appauvrissement, érosion des sols ou manque de terres arables sur les versants, sous les climats plus favorisés.

Le développement des ressources des bas fonds nécessite la conception d'ouvrages hydrauliques assurant le stockage, la distribution de l'eau d'irrigation et la protection contre les crues.

Chaque aménagement doit être pensé à la fois en fonction de la ressource en eau (risque de défaillance) et en fonction des contraintes qu'il impose à la société rurale qui va l'utiliser: difficultés de gestion, en terme d'eau, de terres et de travail (LAMACHERE, 1986 SERPANTIE, 1988).

Cette communication tente de faire le point sur l'état des connaissances en hydrologie des bas fonds au moment où débute un programme de recherche sur la mise en valeur agricole des bas-fonds mené en commun par plusieurs instituts africains et européens sous l'égide du CIEH. (CIEH & R3S, 1987, 1988).

U.R.S.I.U.M. Fonds Documentaire

N° 39702

Cote B

11 3 JUIN 1994

DEFINITION ET PRESENTATION D'UN BAS-FOND TYPE

Définition

Suivant RAUNET (1985), les bas-fonds sont les fonds plats ou concaves des vallons et petites vallées dans les parties amont des réseaux de drainage, (fig.1).

Ils représentent des "unités de milieu" spécifiques et essentielles au sein des paysages tropicaux. Ce sont les axes de convergence préférentielle des eaux de surface, des écoulements hypodermiques et des nappes. Ils reçoivent également les transports solides des versants.

Après un certain nombre de confluences de bas-fonds, lorsque le bassin hydrologique devient assez vaste et que les écoulements des cours d'eau acquièrent une compétence suffisante (tri des matériaux, constructions de levées, formation de cuvettes etc...), le bas-fond fait place à la plaine alluviale.

Les bas-fonds se distinguent des vallées alluviales classiques par:

- la taille du bassin versant (de 10 à 200 km²)
- leur largeur souvent remarquable
- la faiblesse de la pente longitudinale (< 3%)
- l'absence d'une dynamique hydrologique et sédimentologique importante.
- l'engorgement ou la submersion des sols pendant une période plus ou moins longue de l'année.

Modèle idéal d'un bas-fond en Afrique soudano-sahélienne.

RAUNET (1985) présente un modèle synthétique et idéal d'un bas-fond de la zone soudano sahélienne (fig.2).

La tête de bas-fond :

Les têtes de bas fonds sont souvent élargis en "spatule" ou en "amphithéâtre". Les sols sont sableux : l'altération en place est proche de la surface. La nappe phréatique y affleure, s'écoule librement et disparaît rapidement après les crues.

Le bassin versant a une superficie allant de quelques hectares au km².

On y distingue pas encore le réseau hydrographique. Le ruissellement se fait en nappe en suivant des chemins préférentiels marqués par la différenciation des pellicules de surface (CASENAVE & VALENTIN, 1988)

La partie amont :

Une discrète entaille formée par la concentration des eaux apparaît au centre du profil transversal qui devient horizontal de part et d'autre de cette entaille. Les flancs sont nettement concaves.

Les sols deviennent argilo-sableux et peuvent y acquérir, si le régime hydrique est assez contrasté des caractères vertiques. Ils contiennent une part de matériaux issus des versants. On ne remarque pas d'alluvions.

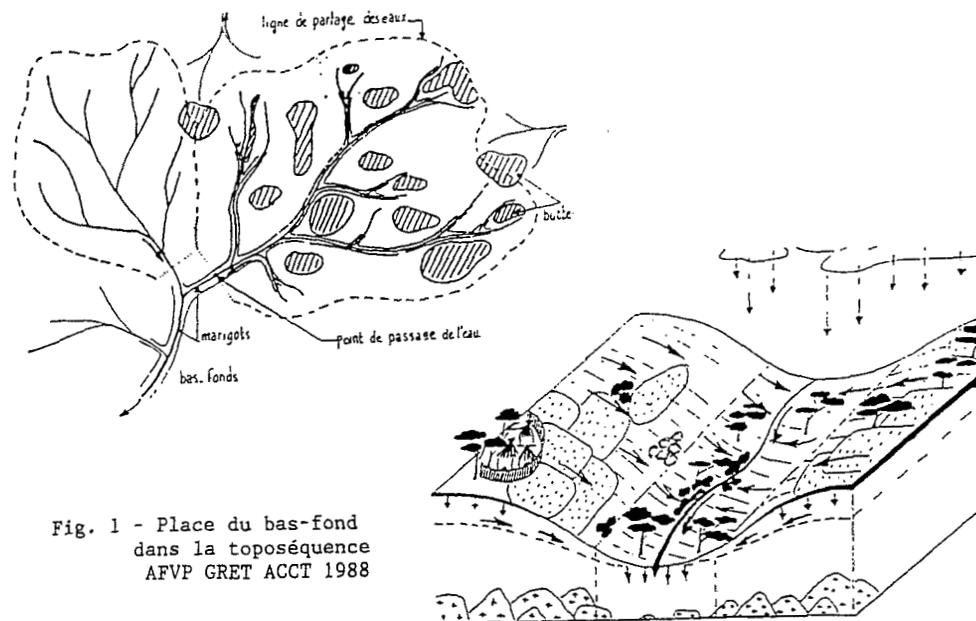


Fig. 1 - Place du bas-fond dans la toposéquence AFVP GREY ACCT 1988

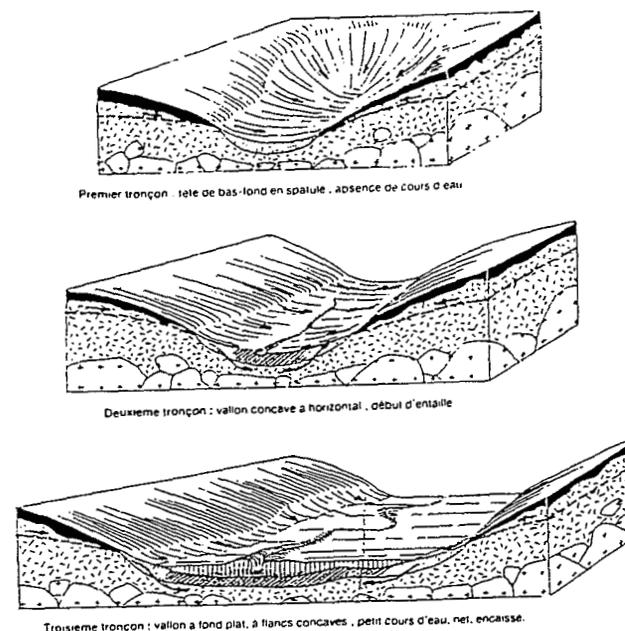


Fig. 2 - Différenciation morpho-pédologique d'un bas-fond d'amont en aval (RAUNET, 1985)

La nappe de surface inonde le centre du bas-fond et peut persister en début de saison sèche. Il existe généralement deux nappes superposées :

-Une nappe profonde dans l'axe du bas fond située dans les altérites alimente les fissures dans la roche mère.

-Une nappe d'eau libre saturante, plus temporaire se trouve perchée dans la couche superficielle argilo-sableuse plus ou moins perméable.

La surface du bassin versant est alors de 5 à 20 km².

Le ruissellement de surface se concentre dans le centre du bas-fond. Les ravines d'érosion venant des versants disparaissent dans la zone de raccordement et créent des zones d'inondations et d'écoulement de sub surface (PLANCHON & a7, 1987).

Le degré et le temps d'inondation par les crues dépend de la pente longitudinale et du contrôle hydraulique aval. La violence des crues dépend du régime pluviométrique et de la perméabilité des versants.

Le bas-fond est généralement perméable en début de saison des pluies. Cette perméabilité est induite par la végétation, l'activité de la mésofaune, et les fentes de retrait lorsque le sol a un caractère vertique. Il devient rapidement imperméable lorsqu'il est gorgé d'eau.

Partie aval :

Le bas-fond s'élargit, son profil transversal s'aplatit. Le cours d'eau est bien marqué et encaissé. Il est bordé de discrètes levées alluviales. Un véritable remblai colluvio-alluvial de texture argilo-limoneuse souvent colmaté et parfois à caractère vertique surmonte la couche sablo-gravillonnaire qui repose sur l'altérite.

La présence des deux nappes superposées (décrites précédemment) est presque systématique. La nappe superficielle logée dans le remblai argilo-limoneux est alimentée par le cours d'eau et sa fluctuation est liée au régime des crues.

Le bassin versant a une surface de quelques dizaine de km² à 200 km². C'est l'échelle des aménagements de type villageois (GRET, AFVP & ACCT, 1988).

Par rapport aux tronçons amont, le régime hydrologique se complique en raison de l'origine diversifiée des apports (pluie directe, ruissellement, crue, nappe générale, nappe perchée) et de leur décalage dans le temps. En pleine saison des pluies le bas-fond s'inonde, les crues ont généralement du mal à s'évacuer, le temps et le niveau de submersion dépend de la topographie de la vallée alluviale aval qui contrôle l'hydraulicité du bas fond en phase inondée.

La perméabilité de ces sols est assez faible vu leur texture argilo-sableuse ou argilo-limoneuse. Elle varie en fonction de l'état de surface : sur les parties non cultivées le sol est couvert d'une pellicule de décantation, reposant sur une surface réorganisée comprenant une superposition de pellicules à éléments fins. La perméabilité globale de ces sols mesurée sous pluie simulée et à l'état saturé est toujours inférieure à 10 mm/h (ALBERGEL, 1987).

C'est dans cette partie que l'on trouve le plus fréquemment les cultures. Ces dernières induisent des organisations de surfaces particulières et des variations dans les paramètres hydrodynamiques des sols.

DIFFERENTES FAMILLES DE BAS-FONDS

A partir d'un inventaire de bas-fonds étudiés et en s'appuyant sur le modèle de référence décrit plus haut il est possible de distinguer dans la zone climatique délimitée par les isohyètes 300 et 1400 mm cinq grandes familles de bas-fonds, chacune caractérisée par un type de régime hydrologique fonction du climat des matériaux de la morphologie et de l'utilisation faite par l'homme (ALBERGEL, à paraître).

Les trois premières familles concernent les zones cristallines du continent, les deux dernières les régions sédimentaires plus proche de l'Océan.

Les bas-fonds sahéliens (isohyètes 300 à 700 mm)

Une des principales caractéristiques de cette zone climatique est la dégradation hydrographique. Les écoulements se concentrent dans les talwegs et dépressions par un réseau de chenaux d'érosion désordonnés. Le lit des marigots généralement bien marqué à l'amont dans la croûte caillouteuse du sol disparaît progressivement vers l'aval et évolue vers des bas-fonds inondables au cours sinueux. Des faux bras s'en détachent pour former des petites mares marquées dans le paysage par une couronne d'épineux. Le lit mineur du marigot tend à s'estomper, il ne subsiste que sous la forme de mares allongées séparées par des seuils d'alluvionnement latéraux. Dans les zones les plus septentrionales les dépôts de sable éolien peuvent venir masquer la dépression.

L'écoulement des crues s'étale et inonde de grandes surfaces encombrées de graminées et de buissons. La stagnation de l'eau et les défluences tendent à amortir les crues. Elles n'en restent pas moins violentes à cause des forts coefficients de ruissellements sur les versants : le coefficient de ruissellement décennal peut être supérieur à 60% sur un bassin versant de 25 km² (CHEVALLIER et a7., 1985). On observe de 15 à 20 crues par an.

Ces bas-fonds sont caractérisés par des vertisols et des sols hydromorphes minéraux peu humifères. Ils sont vite saturés et retiennent mal l'eau dans des argiles gonflantes. Des fentes de dessiccation y font leur apparition quelques semaines après la fin des pluies, donnant l'image type de la sécheresse sahélienne. L'eau s'infiltre mal dans ces sols très imperméables après la fermeture des fentes aux premières pluies. Les flaques et mares sont reprises par évaporation.

Il faut atteindre une dimension de bassin versant nettement plus importante que celle concernée par les bas fonds pour voir apparaître une nappe d'inféro-flux et une nappe dans les altérites en relation avec le marigot. On observe ni écoulement de base ni même d'écoulements hypodermiques.

Les bas-fonds des régions soudano-sahéliennes (700 < P < 1100 mm)

Les bas-fonds sont peu encaissés, à pentes longitudinales faibles, ils commencent par des vallons élargis à sols sableux lavés ou argilo-sableux colmatés sans entaille linéaire (fig.3). En aval ils s'élargissent très vite. Le profil transversal est horizontal. Les dépôts de colluvio-

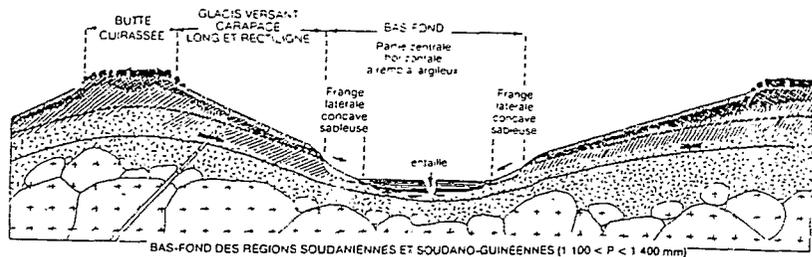
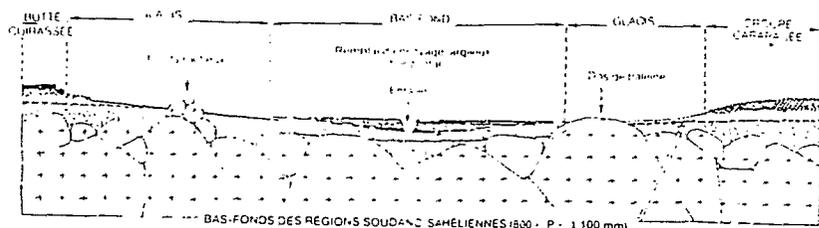


Fig. 3 - Principaux types de bas-fonds en zone de socle
(RAUNET, 1985)

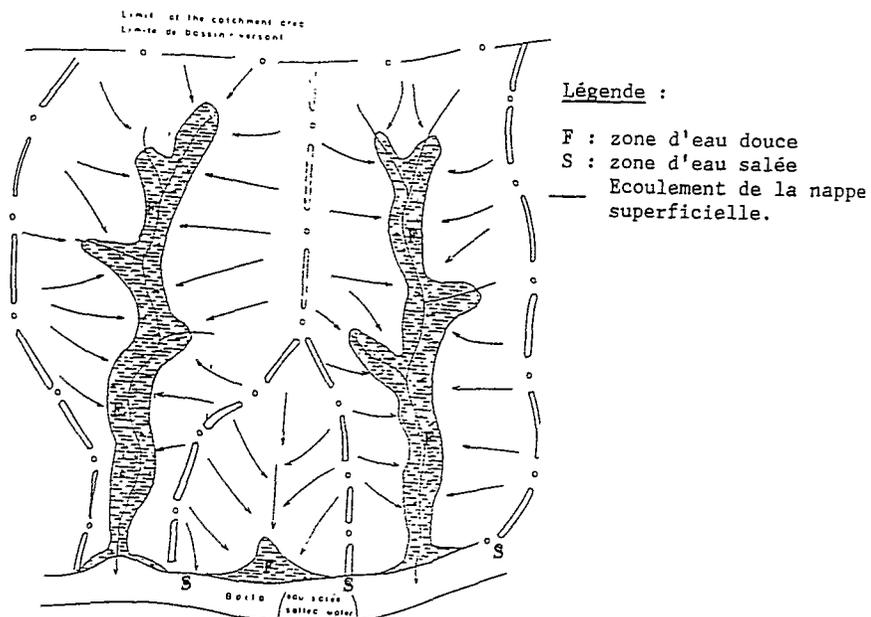


Fig. 4 - Fonctionnement hydrologique d'un bas-fond en Casamance

alluvions de 1 à quelques mètres d'épaisseur sont entaillés par un petit cours d'eau profond coulant par intermittence. Les dépôts sont souvent argileux.

Ces dépôts sont alimentés par l'érosion des bassins versants. Les conditions de dépôts sont variables en fonction de l'intensité des pluies et de la violence des crues: formation de couches superposées sablo-gravillonnaires (écoulements forts) et argilo-limoneuses (écoulements lents).

L'hydrologie est caractérisée par de fortes crues créant une submersion générale en saison des pluies.

La nappe d'inondation est généralement épaisse, sa persistance dépend du degré de colmatage des sols. Elle alimente par infiltration dans le remblai une nappe phréatique peu profonde et à forte vitesse de circulation dans les parties sablo-gravillonnaires: c'est la nappe d'inféro-flux.

Après la saison des pluies, ou même durant des périodes sèches pendant l'hivernage, la nappe d'inondation tarit. Elle n'alimente plus la nappe d'inféro-flux qui tarit à son tour par écoulement longitudinal ou par infiltration profonde.

Seule la nappe phréatique des altérites persiste en saison sèche; son niveau baisse. Les sécheresses prolongées de ces dernières années ont conduit à l'assèchement de plusieurs de ces nappes.

En saison sèche, ces bas fonds sont asséchés en surface et en profondeur sur une frange plus ou moins importante.

En exemple de ces bas fonds on peut citer les bassins étudiés par LAMACHERE (1984) à NIENA DIONKELE et FOULASSO LELASSO à l'Ouest du BURKINA-FASO.

Les bas-fonds des régions soudano-quinéennes (1100 < P < 1400)

Ces bas fonds sont moins larges, plus encaissés et forment des réseaux plus denses que ceux plus au Nord (fig.3). Ils sont affectés par la remontée ou l'écoulement latéral des nappes des altérites et la convergence des ruisselements superficiels. Lorsqu'ils sont aménagés, les bas-fonds sont souvent utilisés pour des cultures de rente: riz, coton, maïs...

Les tronçons amont ont une longueur de l'ordre du km, le bassin versant drainé a alors une surface allant de 2 à 10 km². Le profil transversal est assez concave, le lit mineur du cours d'eau n'est pas nettement marqué. Les sols sont très sableux en bordure et argilo sableux au centre. Ces sols ont une porosité très faible, l'infiltration des eaux de ruissellements y est faible, la nappe est alimentée par les pluies sur les versants.

Les crues fournissent une nappe d'inondation peu persistante et ce sont les sorties latérales de la nappe phréatique qui assurent le remplissage, cette dernière n'est pas directement affleurante.

Sur ces tronçons amonts on peut prendre comme bassin type le bassin de KORHOGO au Nord de la Côte d'Ivoire étudié par CAMUS & al. (1976)

En aval, le bas-fond s'élargit (plus de 100 m), la pente longitudinale devient plus faible et le profil transversal plus horizontal. Il faut avoir un bassin de plus de 100 km² pour passer à la plaine d'inondation

proprement dite, ce qui permet d'avoir des bas-fonds d'une dizaine de km de long.

Ces tronçons constituent les parties les plus importantes pour les aménagements de type villageois. Les sols ont généralement de bonnes potentialités agricoles puisque formés sur les remblais alluviaux.

Le cours d'eau est bien canalisé dans un lit sinueux. Il alimente ou draine la nappe alluviale qui repose sur une argile sableuse colmatée. Cette nappe est sub-affleurante et ses remontées capillaires permettent d'avoir un sol humide plusieurs semaines après l'arrêt des pluies.

Cinq à sept semaines après le début des pluies ces tronçons sont inondés, la nappe des altérites affleure en amont et en bordure. A ce débordement des nappes s'ajoutent les eaux de ruissellement des versants.

Les aménagements doivent prévoir à la fois la protection contre les crues et la régularisation du niveau d'inondation par drainage. On rencontre généralement les casiers rizicoles planés, entourés de diguettes et drainés. L'eau est captée par des prises au fil de l'eau dans les régions les plus humides ou à partir de petites retenues à batardeau (moins de 3 m de haut).

Les bas-fonds des régions COMOE au BURKINA et SIKASSO au MALI et étudiés dans le cadre du programme CIEH/R3S/CEE sont typiquement du style décrit ci-dessus.

Les bas-fonds des formations sédimentaires du Continental terminal.

Si la morphologie des paysages est très voisine de ce qui existe sous le même climat (pluviométrie comprise entre 500 et 1000 mm) en zone de socle, le fonctionnement hydrologique est différent.

Le réseau hydrographique est bien marqué, il se présente sous forme d'entailles convexes à forte pente reliant le bas de glacis aux bas-fonds. Ces derniers sont constitués de sols d'apport, peu évolués et généralement très sableux. Relativement filtrants ces sols ne conviennent pas à la riziculture inondée. Par contre, ils offrent des perspectives pour des cultures supportant l'inondation passagère, des cultures de décrues et, avec irrigation, des cultures maraîchères de contre saison.

Les bassins versants ont souvent des formes très allongées, les rivières creusant leur lit dans la ligne des grandes failles. Le bas-fond commence par une dépression parcourue par de nombreuses ravines d'érosion au changement de pente entre le plateau de sommet de forme et les glacis-versants de raccordement. Il se poursuit par un tronçon très long allant en s'élargissant et recevant des affluents latéraux courts et actifs quant à l'érosion.

On observe une vingtaine de crues par an, elles sont violentes, le débit spécifique de pointe en crue décennale atteint 2000 l/s/km² sur un bassin de 15 km². L'écoulement tarit très vite après la crue (quelques heures pour un bassin versant d'une dizaine de km²) laissant quelques mares dans les dépressions où a pu s'accumuler une fine couche d'argile.

La nappe phréatique utilisée est celle des dépôts sédimentaires du continental terminal. Elle est profonde (15m au dessous de la surface du

bas-fond). Ses relations avec la nappe d'inondation en surface sont mal connues et font l'objet d'une action de recherche (programme CIRAD/R3S Sine Saloum au SENEGAL).

Les bas fonds des zones fluvio-marines

La riziculture est une tradition des bas-fonds des zones marines des grands fleuves atlantiques de l'Afrique de l'Ouest, depuis les régions sèches (embouchure du Sénégal), jusqu'aux climats très humides des forêts guinéennes. Cette culture tend à se développer avec les nouvelles habitudes alimentaires, et de vastes programmes d'aménagements et d'amélioration des variétés sont en cours

Nous prendrons comme exemple une situation climatique intermédiaire : les bas-fonds de CASAMANCE.

Sur plus de 200 km le fleuve CASAMANCE est une vaste ria ennoyée par la mer (transgression FLANDRIENNE). La vallée du fleuve comme celle de ses affluents est très large. Surcreusées dans les formations sablo-argileuses du Continental Terminal alors que le niveau océanique était beaucoup plus bas, ces vallées ont été ensuite le lieu d'une sédimentation active à toutes les périodes pluvieuses du quaternaire.

De cette histoire géologique récente il résulte pour la partie amont du réseau hydrographique une série de bas-fonds larges séparés par des plaines à faibles ondulations. Le bas-fond représente entre 15 et 20% de la surface du bassin versant.(fig.4).

Les interfluves sont très perméables : la perméabilité mesurée sur différents sites du Continental terminal est comprise entre $5 \cdot 10^{-5}$ et $11 \cdot 10^{-7}$ m/s (BCEOM, 1985). Pour les zones basses, la quasi permanence de la submersion (eau douce lors des écoulements et invasions salines par les marées) induit une infiltration négligeable. On considère que dans le bas-fond le coefficient de ruissellement annuel est de 80% et celui de la crue décennale de 100% (OLIVRY & DACOSTA, 1984). On n'observe pas de très fortes crues, les débits spécifiques de pointe pour la crue décennale sont de l'ordre de 150 l/s/km² pour des bassins versants de 100 km². Les crues sont fortement amorties dans les réseaux très larges.

On distingue un aquifère superficiel et des aquifères profonds dont le mieux connu et légèrement exploité est celui des formations argilo-sableuses.

La nappe superficielle se trouve dans les différentes formations mises en évidence par la géomorphologie: sables rouges, sables des terrasses... Son niveau imperméable est constitué par les argiles jaunes du Continental Terminal. Sa surface piézométrique reflète fidèlement la morphologie du terrain avec des gradients très faibles sous la surface des plateaux, et une accentuation de la pente vers les versants. Alimentée par l'infiltration des pluies sur les interfluves cette nappe s'écoule vers les affluents latéraux sur la quasi totalité des berges et "rivalisent" sur un front continu avec les eaux salées. On remarque que les rizières longent toutes les berges.

En fonction de la pluviométrie, les écoulements d'eau douce sont plus ou moins importants et surtout durent plus ou moins longtemps après la saison des pluies.

La dernière sécheresse très fortement ressentie dans ces régions a eu pour effet la sur-salure des eaux et des sols ainsi que leur acidification par oxydation avec le rabattement généralisé des aquifères.

Les aménagements de ces bas-fonds doivent prendre en compte à la fois la disponibilité en eau douce (écoulement superficiel et écoulement des nappes), les phénomènes de marée et la fragilité des sols qui ont tendance à s'acidifier très rapidement lorsqu'ils sont exondés (BOIVIN & a7, 1986).

CONCLUSION

Les bas-fonds, qui étaient traditionnellement des zones non aménagées et utilisées comme réserves pour la cueillette ou le pâturage de saison des pluies, ont été progressivement et de plus en plus mis en culture dans toute l'Afrique soudano-sahélienne depuis le début de la période sèche (1969-1972).

Cette exploitation s'est faite sous l'effet de contraintes naturelles (manque de terres nouvelles, appauvrissement des terres de plateau et de versant, irrégularité et diminution de la ressource en eau pour une agriculture strictement pluviale) et contraintes socio-économiques (démographie, recherche de cultures commercialisables etc...)

Très souvent ces mises en culture spontanées n'ont pas fait l'objet d'une stratégie raisonnée basée sur une planification ou un projet de développement, mais l'ampleur du mouvement a attiré l'attention des aménagistes sur les potentialités considérables des bas fonds et sur les avantages et garanties d'une mise en culture intensive de ces terres.

En effet, au prix d'aménagements relativement peu onéreux et en tout cas à la portée des organisations villageoises, l'agriculture de bas fond permet de s'affranchir en grande partie de la contrainte majeure que constitue l'irrégularité de la pluie.

Le stockage de l'eau dans les bas-fonds sous forme de retenues ou dans le sol suivant le type d'aménagement permet de surmonter les périodes sèches pendant la saison des pluies et surtout prolonger la saison de cultures traditionnelles, dans bien des cas il permet une culture de contre saison pendant la période fraîche et sèche où les conditions phytosanitaires sont meilleures et où certaines plantes non tropicales peuvent être cultivées (pomme de terre).

L'agriculture de bas-fonds apporte ainsi un complément important aux cultures pluviales traditionnelles et permet d'intensifier une production sur des surfaces mieux contrôlées.

Mais cette maîtrise des ressources en eau des bas-fonds ne s'acquiert pas spontanément et les exemples sont nombreux d'aménagements abandonnés ou ruinés parce que mal dimensionnés ou mal adaptés au milieu environnant.

C'est tout un plan d'aménagement intégré et adapté aux conditions du milieu et à l'environnement socio économique qui doit être conçu pour la mise en valeur d'un bas-fond. Cet aménagement ira par exemple d'une intervention ponctuelle comme le surcreusement d'une mare en milieu pastoral sahélien au périmètre de riziculture moderne en milieu plus favorable.

La diffusion d'un savoir faire basé sur des expériences positives permet une assez bonne maîtrise des niveaux d'eau dans les bas-fonds (GRET, AFVP,

ACCT 1988), il n'en reste pas moins que le fonctionnement des bas-fonds et leur évolution sous aménagements justifient l'intérêt des scientifiques et des responsables du développement agricole.

REFERENCES

ALBERGEL, J. (à paraître), Synthèse préliminaire sur le fonctionnement hydrologique des bas-fonds de l'Afrique de l'Ouest. ORSTOM CEE

ALBERGEL, J., (1987) Genèse et prédétermination des crues au BURKINA FASO. Du m² au km², étude des paramètres hydrologiques et de leur évolution. Thèse de Doctorat es sciences de l'université de PARIS 6 ORSTOM Coll. Etudes et thèses, 341p

BCEOM, (1985) Aménagement de la plaine de BAILA

BOIVIN P. LOYER J.Y. MOUGENOT B. ZANTE P. (1986) Secheress et évolution de sédiments fluvio-marins au SENEGAL. Cas de la BASSE CASAMANCE. Symp. INQUA, DAKAR.

CAMUS H., CHAPERON P., GIRARD, G., MOLINIER M., (1976) Analyse et modélisation de l'écoulement superficiel d'un bassin tropical. Influence de la mise en culture. COTE D'IVOIRE, KORHOGO 1962-1972. Tr. et Doc. n° 52 ORSTOM PARIS 81p.

CASNAVE A. & VALENTIN C. (1988) Les états de surfaces de la zone sahélienne, influence sur l'infiltration. ORSTOM, CEE, 202p + recueil photos

CHEVALLIER P., CLAUDE J., POUYAUD B., BERNARD A., (1985) Pluies et crues au SAHEL. Hydrologie de la mare d'OURSÍ (BURKINA FASO) Trav. et Doc. n° 190 ORSTOM PARIS, 251p.

GRET, AFVP & ACCT, (1988) Le point sur la maîtrise des crues dans les bas-fonds, petits et microbarrages en Afrique de l'Ouest DOSSIER N°12, 474p

GROUZIS, M., ALBERGEL, J., (à paraître) Du risque climatique à la contrainte écologique. Incidence de la sécheresse sur les productions végétales et le milieu au BURKINA FASO. Ouvrage " Le risque en agriculture" ed. de l'ORSTOM.

LAMACHERE, J.M. (1984) Etude hydrologique des plaines de NIENA DIONKELE et FOULASSO LELASSO, ORSTOM OUAGADOUGOU, 387p 2t.

LAMACHERE, J.M. (1986) Les risques d'inondations dans la plaine de NIENA DIONKELE. ORSTOM, OUAGADOUGOU 17p.

OLIVRY J.C. DACOSTA H. (1984), Le marigot de BAILA, Bilan des apports hydriques et évolution de la salinité. ORSTOM DAKAR.

PLANCHON, O., FRITSCH, E. & VALENTIN, C. (1987), Rill development in a wet savannah environment. Catena Supplement 8 Brauschweig, p.55-70

RAUNET, M. (1985) Bas-fonds et riziculture en Afrique, Approche structurale comparative, Agronomie Tropicale, n°40-3 pp 181-202

SERPANTIE, G. (1988) Aménagements des petits bas-fonds soudano-sahéliens:
-éléments pour des choix de priorités et de techniques,
-exemple de la digue filtrante de BIDI-GOURGA
ORSTOM OUAGADOUGOU, 12p.

VALENTIN, C., FRITSCH, E., PLANCHON, O (1987), Sols, surfaces et formes d'érosion linéaire en milieu ferrallitique de savane : l'exemple d'un bassin versant du Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire. ISBRAM PROCEEDINGS n°4, pp. 67-80