



Action structurante COSTEA

« Valorisation agricole et aménagement
des bas-fonds en Afrique de l'Ouest »

Revue des méthodes de conception des projets d'aménagement de bas-fonds du PARIIS et proposition d'approches complémentaires pour le diagnostic pré-aménagement

juin 2023

Comité Scientifique et Technique Eau Agricole



Table des matières

Introduction.....	7
Partie 1 La conception actuelle des Projets d'aménagement, sa portée et ses limites d'après les documents APD des sites d'étude.....	8
1.1 Des modèles d'aménagement prédéfinis basés sur l'expertise en génie rural	8
1.2 Des objectifs généraux axés « développement de la production » mais une durabilité encore peu explicitée	9
1.3 Une approche normative de la mise en valeur agricole et un diagnostic agronomique implicite et standardisé.....	10
1.4 Une prise en compte des enjeux environnementaux réduite à des considérations de faisabilité sans intégration au projet	12
1.5 Une participation limitée des populations.....	16
1.6 Un regard sur les sites à l'instant « t »	16
1.7 Une faible prise en compte de la complexité foncière	17
Partie 2. Synthèse des enjeux des bas-fonds identifiés par le diagnostic Costea des 6 cas d'études	20
2.1 Enjeu de mobilisation et partage de l'eau, pour sécuriser les usages face aux risques climatiques, étendre les cultures et valoriser la saison sèche.....	20
2.2 Enjeu d'adaptation des pratiques culturales : intensification avec maîtrise du risque, diversification, pratiques plus écologiques.....	21
2.2.1 Valoriser les appuis techniques promoteurs de diversification et durabilité	22
2.2.2 Revoir le modèle productiviste et monocultural « tout riz intensif », et partir de l'existant	22
2.2.3 Choix variétal.....	22
2.2.4 Favoriser l'innovation agricole vers l'agro-écologie.....	23
2.2.5 Valoriser la saison sèche par des aménagements complémentaires	24
2.3 Enjeu environnemental : fonctionnalité, durabilité et capacité de résilience de l'aménagement....	24
2.4 Autres enjeux environnementaux spécifiques liés à l'endiguement et à la mise en valeur agricole	25
2.4.1 La maîtrise de l'érosion	25
2.4.2. L'utilisation rationnelle de la diversité des milieux et la prise en compte de l'élevage.....	26
2.4.3. La pollution des eaux par les pesticides	26
2.5 Prise en compte des attentes et des savoirs locaux.....	26
2.6 Cohésion sociale et inclusion avec une gestion adaptée du foncier.....	27
2.7 Appropriation collective de l'aménagement par une organisation des usagers	28
Partie 3. Nouvelles méthodes et outils opérationnels proposés pour les APD	30
3.1 Introduction.....	30
3.2 Baseline agri-socio-environnementale spatialisée : contexte, milieux, ressources et usages du bas-fond	31

3.2.1. Pré-analyse sur données spatiales disponibles	32
3.2.2. Acquisition de données de terrain	32
3.2.3 Illustration des apports de l'analyse spatiale sur le site de Nambé, Burkina Faso	33
3.3 Analyse agro-climatique	36
3.3.1 Principes d'analyse : risques hydriques pour les cultures, capacité d'atténuation par les ouvrages et calage des cycles	36
3.3.2 Illustration de l'analyse agro-climatique appliquée au cas de Senou, Mali	38
3.4 Diagnostic agri-environnemental	45
3.4.1 Analyse des écosystèmes, du passé au présent	45
3.4.2 Ressources en terres, fertilité, autres ressources naturelles	46
3.4.3. Usages et pratiques agro-sylvo-pastorales	49
3.4.4. Pratiques rizicoles et diagnostics cultureux et agro-socio-économiques: illustration avec le cas de Nambe	52
3.4.5 Analyse des services écosystémiques (autres qu'approvisionnement)	57
3.5 Analyse de scénario d'aménagement par bilan d'eau pour l'option de micro-barrage	59
3.5.1 Principes du bilan d'eau d'une retenue et intérêt pour le projet d'aménagement.....	59
3.5.2 Illustration de la méthode bilan d'eau de retenue avec le cas de Doumba, Mali.....	60
3.6 Estimation des potentialités des nappes superficielles pour l'option d'aménagement destinée à la recharge et à l'irrigation de contresaison	69
3.6.1 Principes de l'approche sommaire de caractérisation du potentiel renouvelable de la nappe superficielle	69
3.6.2 Illustration avec le cas de Founkoye (Niger).....	70
3.7 Diagnostic socio-foncier	73
3.7.1 Comprendre les règles de gestion foncière pré-aménagement	74
3.7.2 Délimiter l'espace impacté par l'aménagement et les enjeux fonciers associés	74
3.7.3 Identifier les propriétaires et ayant droits	75
3.7.4 Anticiper les procédures de réattribution et de formalisation foncière	75
3.8 Analyse de la fonctionnalité des collectifs	76
4. Conclusion	78
Annexes : Outils de terrain utiles au diagnostic intégré	79
Annexe 1 : Fiches de diagnostic des ressources et des pratiques dans le bas-fond (diagnostic agro-socio-environnemental).....	79
Annexe 2 Diagnostic agronomique du Riz - Illustration avec le cas du bas-fond de Nambé (Burkina Faso)	85
Annexe 3 Guide d'entretien du Diagnostic agri-environnemental	90

Liste des tableaux

Tableau 1 Détermination des décades favorables au semis du riz	43
Tableau 2: Enquête parcelle à la phase maturation du riz, état des milieux, diagnostic d'expert et diagnostic participatif	50
Tableau 3 Caractérisation saisonnière des différentes unités de paysage du bas-fond de Nambe	51
Tableau 4 : Estimation du volume des apports d'eau annuels à la retenue (expertise COSTEA méthode Coutagne révisée)	62
Tableau 5 : Comparatif des estimations du volume moyen d'envasement annuel de la retenue d'eau de Doumba	62
Tableau 6 : Calendrier cultural du bas-fond de Doumba	63
Tableau 7 Processus de calcul pour établir la courbe d'exploitation de la retenue	64
Tableau 8 Gestion de la lame d'eau à la parcelle en fonction des types de riziculture et des franges identifiées	67
Tableau 9 Caractéristiques des franges, du calendrier cultural des types de riziculture et des apports d'eau à Doumba	67
Tableau 10 : Réserves en eau renouvelables théoriques de la nappe alluviale de Founkoye (source : Mission COSTEA Niger 2022)	72

Liste des figures

Figure 1 : Analyse spatiale du territoire de projet et de son contexte : cas de Nambe	35
Figure 2 : Décalage temporel entre les différentes sources d'eau pour la riziculture : cas d'un bas-fond du loba (Sud-Ouest du Burkina Faso)	38
Figure 3 Pluviométrie annuelle de Senou extraite de la base de données WaPOR	39
Figure 4 Carte des isohyètes de la pluie annuelle moyenne et de la pluie décennale journalière (source: Roudier 2008)	39
Figure 5 Evolution du cumul de pluviométrie annuelle à Senou : données WaPOR/FAO	40
Figure 6 Evolution de l'indice standardisé de précipitation annuelle - Sénou 2009- 2021	40
Figure 7 Pluviométrie mensuelle Senou 2009-2021 données WaPOR	40
Figure 8 Evolution du cumul pluviométrique saisonnier (Mai-Juin; Juillet-Août; Septembre-October) à Senou	41
Figure 9 Bilan climatique décadaire à Senou	42
Figure 10 Comparaison interannuelle des apports pluviométriques aux besoins en eau de la culture aux cours de ses différentes phases phénologiques pour un semis à la 3 ^{ème} décade de juin	43
Figure 11 Comparaison des besoins en eau décadaires (ETM) d'un riz semé la 3 ^{ème} décade de Juin aux pluviométries décadaires dépassées 2 et 8 années sur 10	44
Figure 12: Extrait de la photo aérienne de mars 1955 (Nambe). (Source IGB)	45
Figure 13 Couverture pédologique du bas-fond de Tialla, incisions liées à l'érosion ravinante, et aménagements projetés	47
Figure 14 a et b : Evaluation des niveaux organiques (C et N) des sols de bas-fonds en fonction du taux d'éléments fins (Serpantié, non publié)	48
Figure 15 a et b Cycles et date de récolte 2022 en fonction des dates de semis (en pépinière ou bien au champ) à Nambe	52
Figure 16 : a) Rendements 2021 et 2022 déclarés (surface mesurée et production déclarée) sur les parcelles visitées en octobre 2022, b) comparaison rendement 2022 avec potentiel estimé de grains fécondés sur une placette fin octobre	54
Figure 17 a et b. Marge brute à l'échelle parcelle à Nambe en fonction de la charge en intrants et du rendement	55

Figure 18 : Services écosystémiques de régulation anti-érosive par les ripisylves à Tialla. Comparaison hors aménagement (ouest de la route, ripisylves dans chaque passage d'eau, parcelles bocagées) et zone aménagée (est de la route) où l'érosion à libre court dans un milieu complètement déboisé.	59
Figure 19 Courbes d'exploitation de la retenue d'eau de l'option 1 du micro-barrage de Doumba (source : topographie APS).....	61
Figure 20 Courbe d'exploitation de la retenue d'eau du micro-barrage 1 de Doumba, établie sur la base des bilans d'eau décennaires.....	65
Figure 21 Usages de l'eau de la retenue et pertes en % du volume d'eau initial stocké.....	65
Figure 22 Evolution des superficies inondées et exondées, 1 mois après le retrait des eaux.....	66
Figure 23 Carte des statuts hydriques des terres du bas-fond de Doumba impactées par l'aménagement	68
Figure 24 Gestion de la retenue d'eau du micro-barrage de Doumba pour répondre aux contraintes des trois modes de riziculture	69
Figure 25 : Carte de Profondeur de nappe alluviale de la vallée de Founkoye en début de saison des pluies (source : Mission COSTEA juillet 2022)	71
Figure 26 : Carte piézométrique de nappe de la vallée de Founkoye (source: Mission COSTEA juillet 2022)	72
Figure 27 : Processus d'accompagnement des formes d'organisation collective par les projets d'aménagement (source : T. Hertzog)	77

Sigles et abréviations

ANEVE	:	Agence Nationale des Evaluations Environnementales
APD	:	Avant-Projet Détaillé
CIEH	:	Comité Inter africain d'Etudes Hydrauliques
CIRAD	:	Centre de coopération Internationale en Recherche pour le Développement
COSTEA	:	Comité Scientifique et Technique de l'Eau Agricole
CILSS	:	Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
DCN-R	:	Diguettes en Courbes de Niveau Renforcées
DPAAH	:	Direction Provinciale de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques
ETP	:	Evapotranspiration potentielle
FAO	:	Food and Agriculture Organization
GR	:	Génie Rural
IER	:	Institut d'Economie Rurale
INERA	:	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
IRD	:	Institut de Recherche pour le Développement
MEA	:	Millenium Ecosystem Assessment
NIES	:	Notice d'Impact Environnemental et Social
PAFR	:	Plan d'Action pour la Filière Riz
PGES	:	Plan de Gestion Environnementale et Sociale
PARIIS	:	Projet d'Appui Régional à l'Initiative pour l'Irrigation au Sahel
PFNL	:	Produits forestiers non ligneux
SE	:	Services Ecosystémiques
UAT	:	Unité d'Animation Technique

UBT : Unité Bovin Tropical
ZAT : Zone d'Appui Technique

Introduction

Le présent rapport rassemble les enseignements méthodologiques tirés de six cas d'études de projets d'aménagement de bas-fonds dans trois pays : Burkina Faso, Mali et Niger, mis en œuvre par le PARIIS. Il ne vise pas une évaluation de ces projets spécifiques, ni une critique des études commanditées par le PARIIS et réalisées très professionnellement par des bureaux d'étude en vue d'un aménagement. En effet les limites de coûts et de temps sont prédéfinies dans les termes de références, et la réalisation est encadrée par les « cultures d'entreprise » de bureaux d'étude disposant souvent d'un capital d'informations, de méthodologies rodées et d'un accès privilégié à certaines données génériques ; contraintes et opportunités que l'expertise COSTEA n'a pas eues. Notre ambition est ici de réfléchir plus globalement à la portée et aux limites des études pré-aménagement actuelles, en illustrant les compléments apportés avec les cas étudiés, puis de revenir sur les principes qui devraient guider la conception des aménagements et proposer des méthodes complémentaires à celles qui sont déjà mises en œuvre.

Ce rapport a été réalisé par l'équipe d'experts réunie par le COSTEA, Jean-Louis Fusillier, Amandine Adamscewski et Bruno Lidon du CIRAD, Georges Serpantié de l'IRD et Thomas Hertzog de INSUCO, sur la base des expertises terrain menées par Amadou Male Kouyaté, Brehima Tangara et Urbain Dembele de l'IER, Mariam Dama Zongo et Hyacinthe Kambire de l'INERA, Moussa Ouedraogo et Lawali Dambo de INSUCO, Yacouba Yira de Hydro-Services Consult, Yahaya Nazoumou de l'Université de Niamey et Lamine Mayara de CoGIR.

Il s'appuie sur une collaboration avec les responsables du Projet d'Appui Régional à l'Initiative Irrigation au Sahel et ses équipes dans chaque pays, ainsi que les communautés des villages qui ont accueilli les experts, que nous tenons à remercier.

Partie 1 La conception actuelle des Projets d'aménagement, sa portée et ses limites d'après les documents APD des sites d'étude

1.1 Des modèles d'aménagement prédéfinis basés sur l'expertise en génie rural

Les projets bas-fonds s'inscrivent dans la tradition des aménagements hydro-agricoles, bien qu'il ne s'agisse pas de véritables périmètres irrigués en maîtrise totale de l'eau. L'objectif est de mobiliser des écoulements excédentaires à la saison des pluies, maîtriser des crues potentiellement dévastatrices, et valoriser cette ressource en eau pour divers usages agricoles (riz en saison des pluies et essentiellement maraichage et arboriculture en contre saison), abreuvement et parfois pêche. Il s'agit de créer des conditions hydriques favorables à une intensification des cultures dans des milieux humides complexes soumis à une alternance de périodes d'inondation et de sécheresse.

La dimension de maîtrise de l'eau (partielle) est à la base de ces projets d'aménagement qui sont dirigés par les services du Génie Rural (GR). Les démarches d'ingénierie GR sont ainsi centrales dans les études de conception et faisabilité des projets. Les APD sont constituées de 6 études de base portant sur (i) la topographie (ii) la pédologie, (iii) la socio-économie (incluant les aspects d'agroéconomie), (iv) l'hydrologie, (v) la géotechnie, et enfin (vi) le schéma d'aménagement avec l'hydraulique, dimensionnement et devis des ouvrages. Les études techniques et socio-économiques apparaissent cloisonnées, l'agronomie est absente ou répartie dans les différentes études et le modèle d'aménagement est fixé dès le départ. Un modèle d'ouvrage prioritaire est généralement défini au niveau national pour les bas-fonds par les services GR, en se basant sur les expériences qui se sont montrées les plus adaptées. Au Burkina Faso, il s'agit de l'aménagement avec Diguettes en Courbes de Niveaux Renforcées (DCN-R) dit « PAFR » (Plan d'Action pour la Filière Riz) ; au Mali c'est le modèle du micro-barrage en maçonnerie de moellons ou béton pour créer un réservoir d'eau ; et au Niger, c'est la digue-seuil à vocation d'épandage et infiltration des crues. Cette spécialisation dans un modèle d'aménagement tient à l'expérience acquise par le pays ; elle valorise une expertise nationale mais fait obstacle à l'identification d'alternatives qui pourraient s'avérer intéressantes et adaptées à de nouvelles configurations de sites.

Les études topographiques, hydrologiques et géotechniques sont ainsi destinées à vérifier l'aptitude du site à ce modèle d'aménagement, à adapter les ouvrages-types aux spécificités du terrain et à préciser leur dimensionnement. Les éventuelles options d'aménagement identifiées sont des variantes du même modèle. Par exemple au Mali, le choix porte sur la réalisation d'un seul ou de deux micro-barrages en cascade ; au Burkina Faso, c'est sur l'étendue du tronçon de bas-fond à aménager en DCN-R. Les études hydrologiques et géotechniques sont ainsi focalisées sur les éléments nécessaires aux calculs de résistance des ouvrages : la crue décennale dite de projet que l'ouvrage doit pouvoir supporter, les apports de sédiments dans le cas des micro-barrages.

Ces études techniques sont faites dans les règles de l'art en appliquant les méthodes standards de la discipline. En hydrologie, sont ainsi déroulées l'étude du bassin versant (avec Global Mapper), l'estimation de la pluie décennale (annuelle et journalière) à partir de bases météo ou d'abaques FAO et CIEH, le débit de crue décennale (méthode *ORSTOM* et *CIEH*), les apports annuels (méthodes *Coutagne* et *Turc*). Si les modèles pertinents sont bien identifiés, en revanche leur emploi peut buter sur la qualité des données mobilisées. C'est le cas notamment pour les données de pluviométrie où le maillage généralement peu dense des stations météo pose un problème de spécification des données pour le site étudié. Par souci de simplification, les études APD consultées considèrent les données de la station la plus proche ou les gradients pluviométriques en zone soudano-sahélienne peuvent être très élevés, ce qui biaise l'analyse. C'est le cas par exemple pour le site de Senou au Mali où la prise en compte de la seule station de Dioila, à 43 km au nord (pluviométrie

moyenne annuelle de 834 mm) conduit à une forte sous-estimation. La station de Bougouni à 98 km au Sud avec 1117 mm/an, montre un gradient pluviométrique de + 2mm/km sur ce transect, soit une pluviométrie à Senou réévaluée à 915 mm. De tels écarts ont une incidence non négligeable sur les calculs de dimensionnement des ouvrages pour la résistance à la crue décennale.

Les études hydrologiques des dossiers APD consultés ne traitent que des crues de projet et n'abordent pas la question des conditions hydriques des saisons de culture. Les risques de sécheresse notamment ne sont pas évalués alors que leur atténuation constitue une finalité centrale des aménagements. Les besoins en eau des cultures, les niveaux de déficits hydriques à combler, la capacité des ouvrages compte tenu de l'hydrologie du site, à satisfaire les besoins ne font pas l'objet d'analyse quantitative robuste. Les APD reposent sur le postulat selon lequel l'ouvrage envisagé, en confortant la ressource en eau, améliorera l'alimentation hydrique de la culture. Et pourtant l'excédent hydrique est un autre risque des bas-fonds. Ce raisonnement inductif place la solution d'irrigation avant l'explicitation du problème à résoudre, sécheresse ou excès d'eau. Les contraintes, attentes et objectifs de culture exprimés par les bénéficiaires sont considérés comme suffisants pour qualifier le problème mais l'expertise externe n'est pas mobilisée pour en faire une évaluation quantifiée.

1.2 Des objectifs généraux axés « développement de la production » mais une durabilité encore peu explicitée

Les rapports APD commencent généralement par rappeler les objectifs du projet PARIIS défini par la Task Force du CILSS : « *améliorer la capacité de planification, d'investissement et de gestion des parties prenantes et accroître les superficies irriguées pour la performance des systèmes d'irrigation dans six pays du Sahel* ». L'aménagement du bas-fond vise donc à accroître la superficie irriguée par une meilleure rétention d'eau. Il est fait également mention de « *la valorisation des terres afin d'améliorer et de diversifier la production agricole notamment celle du riz en hivernage et du maraîchage de contre saison* » (Burkina Faso et Mali). L'enjeu est centré sur « *la mise en valeur agricole des sites pressentis, dans un esprit d'amélioration et de diversification* ». La mise en valeur des terres supposées sous-employées est un programme classique du développement rural en Afrique, mais quel sens donner à « amélioration » et « diversification » ? Habituellement, amélioration renvoie au rendement potentiel (diffusion de variétés « améliorées »), donc à un enjeu de production et d'intensification. Au Burkina Faso et au Mali, l'enjeu est d'abord celui de l'optimisation de la riziculture de bas-fond. Au Niger, il s'agit surtout de permettre aux exploitants d'accroître les rendements des espèces maraîchères porteuses (échalotes, tomate, haricot vert). Le second objectif de diversification supposerait de ne pas promouvoir que le riz. Si c'est bien le cas au Mali, en revanche dans les deux cas au Burkina, on cherche plutôt à passer de cultures diversifiées avant aménagement (riz, légumes, maïs et fourrages), à un programme exclusivement rizicole, y compris dans une situation maraîchère périurbaine comme Nambé.

Quatre termes saillants sont mis en avant comme objectifs des études APD : évaluer la **faisabilité technique** (conditions à remplir), la **viabilité** (dimension socio-économique) afin que l'aménagement permette d'**accroître la surface irriguée** (objectif quantitatif) et assure des conditions **optimales** pour l'exploitation du bas-fond (**l'efficacité, la production**). L'environnement et le social sont limités à des mesures de sauvegarde, c'est-à-dire à l'étude d'impact environnementale et sociale, qui vient en toute fin des objectifs, et vise à proposer des mesures compensatoires, sociales et écologiques, en cas d'impacts.

La durabilité (économique, sociale, écologique) de cette mise en valeur agricole n'est donc pas identifiée comme objectif central. Mais lorsque des coûts (financiers, sociaux) élevés sont mis en jeu, on attend logiquement un bénéfice à long terme, donc une durabilité écologique et socio-économique, au-delà de la seule viabilité. Au Burkina, au Mali et au Niger, on ne retrouve les préoccupations écologiques et sociales que dans les Notices d'Impact Environnemental et Social (NIES), comme si c'était une condition venant « après » l'APD, sous la forme d'une procédure formelle. Mais des objectifs de conservation de la biodiversité, de la

fertilité des terres ou de justice sociale sont-ils prioritaires ou secondaires ? En 2023, ne devrait-on pas s'appuyer sur des objectifs mieux explicités dans ce domaine, tant les enjeux sociaux et environnementaux sont partout devenus prégnants, et particulièrement dans les rares zones humides de ces régions sèches ? Ce serait une forme de modernisation de les envisager d'emblée, à égalité avec l'objectif de production économique.

1.3 Une approche normative de la mise en valeur agricole et un diagnostic agronomique implicite et standardisé

Au stade APD, les études de base réalisées en vue de cette mise en valeur sont abondantes, et couvrent les domaines suivants : la topographie fine de l'espace pressenti, la pédologie avec la détermination de classes d'aptitudes des sols au riz et au maraîchage en fonction des normes établies, l'étude socio-économique qui fournit des informations générales sur les activités dans le bas-fond, les filières et les aspects fonciers, l'hydrologie du bassin, et la proposition d'un schéma d'aménagement détaillé, comprenant un plan de gestion de la lame d'eau. Mais aucun chapitre ou aucune étude en annexe ne traite spécifiquement d'agriculture ni d'environnement. Or un projet agricole dans une zone habitée ne peut faire l'impasse sur les activités agro-sylvo-pastorales du site ni sur l'état de son environnement. Ces thèmes renseignent sur les savoirs faire et productions disponibles (opportunités), les ressources, les activités et les usagers qui seront perturbés, les attentes locales, les risques et contraintes à lever, ainsi que la « baseline » écologique et économique que le projet se propose d'infléchir vers une production accrue (enjeux d'évaluation ex ante). Il est donc nécessaire de connaître les usages et les systèmes de production actuels. Les cas de Nambe et Tialla illustrent la façon dont les systèmes de production agricoles sont traités dans les APD.

Cas de Nambe (Burkina Faso)

Les dimensions de la mise en valeur actuelle et du risque d'érosion font défaut, ou sont disséminées au fil des études et de leurs annexes, mais souvent de façon contradictoire, ce qui ne permet pas d'en tirer une synthèse cohérente.

Par exemple sur les activités agro-sylvo-pastorales dans le bas-fond, l'APD de Nambe évoque en 2 lignes p9 « *riz d'hivernage, pâturage et cueillette en saison sèche* », dans un bas-fond pourtant connu aussi pour son maïs irrigué de saison pré-humide, son maraîchage de fin de saison humide et de saison sèche, ses pratiques de fanage commercial. Mais un peu plus loin p9, « *un bouli sur le site est utilisé à but agricole* », mais aucune information n'est apportée sur les productions irriguées, alors que le maraîchage, le maïs et même le riz bénéficient d'irrigation de repiquage et de complément, une forme particulièrement évoluée de riziculture pour l'efficacité des moyens investis.

La partie traitant des études socio-économiques est un peu mieux renseignée sur les activités, puisque cette étude commanditée par le MAAHAM dans le cadre du PARIIS-BF a pour but de « **proposer un schéma optimal de mise en valeur du bas-fond proposé pour l'aménagement** en tenant compte des contraintes et opportunités techniques et socioéconomiques des lieux » (suite en note¹). Mais cette étude plus centrée sur

¹ « Au terme de la consultation publique, l'analyse des données et les constats faits sur le terrain nous permettent de tirer des conclusions et de formuler des recommandations allant dans ce sens. Ainsi, on peut affirmer sans ambages que le projet d'aménagement du bas-fond de Nambe est bien perçu par les futurs bénéficiaires tant il répond à leurs préoccupations en matière d'amélioration de la productivité du riz, de la lutte contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté. Dès lors, tout leur souhait c'est de voir se concrétiser ce projet dans les plus brefs délais car la forte mobilisation dont cette population a fait montre lors du passage de la mission en dit long sur l'espoir qu'elle porte en lui. C'est pourquoi dans l'optique de maintenir intact cet enthousiasme des populations, il serait souhaitable que les travaux puissent commencer dans les meilleurs délais. Toutefois, au regard des observations sur le terrain, la mission recommande que :

1. Un comité de gestion du bas-fond soit mis en place de concert avec l'ancien bureau ;

le foncier et les filières disponibles n'aborde les activités agro-pastorales que superficiellement, et avec beaucoup d'approximations et de contradictions avec le reste du document. On évoque une production maraichère « *au niveau des femmes* » (alors que la maraîchiculture est masculine à Nambe). « *La quasi-totalité du bas-fond est exploitée (pour l'agriculture)* » (alors qu'il existe de grandes zones en savanes exploitées par des femmes pour le foin livré à Ouagadougou). « *Il existe une récurrence de conflits agriculteurs-éleveurs* » (alors qu'il n'y a pas d'éleveurs, mais un élevage intégré dans chaque exploitation, et aucun conflit entre ces activités n'a été signalé en assemblée villageoise) et « *un faible niveau d'équipement agricole* » (alors que les riziculteurs-maraichers disposent souvent de pompes, de tuyauteries enterrées, matériel attelé et animaux de trait). L'étude socio-économique est donc plus ouverte sur les questions agricoles que les autres études de base mais exposerait des idées générales, un diagnostic standardisé « hors sol », en tout cas non ciblé sur le site à aménager.

Finalement très peu d'informations filtrent à ce stade sur le degré réel de mise en valeur du bas-fond par différentes spéculations et élevages, sur les problèmes à résoudre, sur les calendriers d'usages, sur la possibilité de prioriser le riz et dans quelles zones, car aucune carte ne permet de se faire une idée sur l'occupation saisonnière des terres. Rien ne transparait non plus de l'avis et des attentes fortes des producteurs. A fortiori aucune information n'est apportée sur les pratiques paysannes (itinéraires techniques, calendriers culturels, calendriers d'usages, genres engagés en riziculture, résultats et potentialités, objectifs, contraintes perçues, enjeux et possibilités d'amélioration), si ce n'est, implicitement.

En effet l'étude agro-pédologique rappelle un certain nombre de normes produites par la recherche agricole pour lever les contraintes identifiées par l'étude des sols (risques d'inondation, de sécheresse, difficultés d'enracinement, risques de dégradation) : usage de variétés « améliorées », respect scrupuleux des itinéraires techniques de chacune, maîtrise des techniques de pépinière, application de fumure organique et NPK, respecter les doses prescrites, bonne gestion de l'eau (« *stockage et évacuation si nécessaires* »..., « *traitements des rigoles* »). C'est l'étude naturaliste des sols (très incomplète puisque seuls deux profils ont été décrits, et aucune analyse de sols n'a été incluse) qui permet donc de prescrire une culture (notion d'aptitude) et un système de culture (conseils techniques normatifs), faisant peu cas des manières dont les paysans ont déjà traité ces contraintes, selon leurs priorités, savoir-faire et moyens disponibles. Ces prescriptions générales et vagues, souvent inatteignables, et passe-partout (on conseille de respecter les « *doses prescrites* » mais sans les rappeler), sorte d'idéal du développement productiviste, de conseil d'obéissance aux encadreurs, reviennent à faire implicitement la critique des savoirs et pratiques paysannes, et sans avoir besoin de les recueillir, ni de les examiner.

Cas de Tialla (Burkina Faso)

Le mémoire technique APD de Tialla est de la même composition que celui de Nambe. L'objectif « *assurer les conditions optimales pour l'exploitation en riziculture pluviale sur une superficie de 35 ha* » ne mentionne pas qu'il s'agit en réalité de la réhabilitation d'un aménagement similaire de 20 ans totalement détruit². On ne fait pas référence à un objectif anti-érosif alors que l'érosion linéaire et l'ensablement sont la contrainte

-
2. Un plan de renforcement des capacités de ce comité soit élaboré et mis en œuvre ;
 3. Les exploitants soient formés aux techniques de production du riz, d'étuvage, de gestion et de conservation des produits poste récoltes ;
 4. Les exploitants soient dotés en équipements de pointe pour leurs activités ;
 5. Un magasin de stockage soit réalisé afin de permettre aux producteurs de pouvoir conserver leurs récoltes aussi longtemps que possible ;
 6. Des partenariats ou des stratégies de mise en relation soient trouvés afin de permettre aux producteurs d'écouler leurs produits à bon marché ;
 7. Des puits maraichers à grand diamètre soient réalisés afin de permettre aux producteurs de pouvoir produire en saison sèche ;
 8. Le projet puisse recourir à la main d'œuvre locale pour des activités de moindre technicité ;

² Même si, a-t-on appris récemment, le modèle d'aménagement lors du projet Tialla PAFR 2003 était un modèle de diguettes expérimentales semi-revêtues, option économique mais fragile abandonné depuis.

agronomique et le processus de dégradation environnementale majeurs du bas-fond de Tialla à lever d'emblée (ce bas-fond étant parsemé de ravines et les anciennes digues affaissées et enfouies sous les sédiments). Ici encore, la description des usages actuels est limitée à deux lignes « *site relativement bien exploité en cultures pluviales céréalières* » (alors que le riz et le gombo sont bien représentés dans ce bas-fond et qu'on trouve aussi des zones en jachère exploitée pour le pâturage).

On retrouve comme conclusion de l'étude socio-économique chargée de proposer un programme de « *mise en valeur* » (p15) exactement la même formulation que la conclusion de l'APD de Nambe (note 1), qui est donc une formule standard, passe-partout et non dédiée spécifiquement au site de Tialla ou de Nambe. Seul les termes « *réhabilitation* » et « *Tialla* » y sont toutefois ajoutés, ce qui signifierait qu'entre une réhabilitation et un nouvel aménagement, entre Nambe et Tialla dans des configurations naturelles, humaines et régionales aussi contrastées, les enjeux de mise en valeur seraient au fond identiques.

En **synthèse**, l'approche agronomique dispersée, passe-partout, normative et peu compréhensive ni concertée des études réalisées en faveur de la mise en valeur (aspects agricoles et environnementaux) des bas-fonds étudiés trouve son origine en partie dans la préférence classique des projets agricoles multi-sites pour une démarche prescriptive (top-down) plutôt que compréhensive et concertée, en partie due aux coûts et au temps limités affectés aux études et bien sûr à une certaine culture disciplinaire des bureaux d'études engagés pour l'APD (hydrologie, génie rural, pédologie, socio-économie) qui sont peu familières des questions agronomiques et environnementales. La démarche normative a aussi un moindre coût pour l'expert de bureau d'étude qui dispose d'un capital de « *fiches techniques de la recherche* » ou d'autres diagnostics menés antérieurement dans des situations supposées similaires. Les rapports de différents sites ont ainsi finalement des bases communes. Les projets sont élaborés en amont sur la base d'héritages (projets PAFR par exemple) et ne découlent pas d'une construction collective.

On peut essayer de comprendre pourquoi l'APD est si lacunaire et déséquilibrée. Une approche compréhensive et concertée (enquêtes, focus groups, ateliers), équilibrée (thèmes agronomique et environnementaux) et dédiée à chaque site aurait un coût non négligeable, demanderait des dispositions spéciales (visiter le site à des saisons multiples, impliquer un ou deux experts supplémentaires) et risquerait de mettre les normes agricoles et les cultures techniques des bureaux d'étude en porte-à-faux. Elle ne parviendrait peut-être pas rapidement à un consensus entre paysans, acteurs locaux, projet et bailleurs. De plus elle pourrait mettre en lumière les insuffisances de l'encadrement officiel sur le terrain : approvisionnements tardifs et insuffisants, intrants de mauvaise qualité, faible suivi des innovations au champ, faible réactivité des appuis en cas de dégradation, dégâts érosifs liés aux aménagements antérieurs, ce qui contredirait l'idée que ces aménagements sont destinés à lutter contre l'érosion... Il est toujours délicat de signaler des insuffisances des organisations techniques d'appui dans un rapport officiel que ces mêmes organismes devront valider. Le recours aux normes et aux « *fiches techniques de la recherche* » simplifie assurément ; il remplace la prise d'informations sur les pratiques et les attentes, et évite les frais d'un diagnostic agronomique partagé sur les systèmes d'usage actuels et projetés.

Les erreurs, les manques, les copier-coller, l'absence de cartes compréhensives du site à différentes échelles révèlent que les études sont d'abord une formalité et que le projet est largement dessiné d'avance sur des bases standardisées. La standardisation est à la fois porteuse d'économies d'argent et de temps, donc convient à la gestion des projets. Et pourtant d'un diagnostic mieux contextualisé découlera certainement un meilleur projet.

1.4 Une prise en compte des enjeux environnementaux réduite à des considérations de faisabilité sans intégration au projet

Au stade APD, les mémoires techniques donnent à voir de l'environnement des bas-fonds à aménager finalement peu de choses : un plan de situation issu des bases de données géographiques nationales à l'échelle

communale, une topographie très précise du site pressenti et de ses abords en vue de positionner les ouvrages (digues, micro-barrage) une cartographie pédologique en quelques unités mais sans analyses de sol, quelques considérations foncières et économiques très générales, et une description précise de l'aménagement envisagé, avec quelques photos de la plaine dans les meilleurs cas. Le bas-fond n'est pas replacé dans son environnement régional (même le bassin-versant n'est pas toujours représenté) et l'environnement n'apparaît que comme un enjeu « de validation » et d'identification d'impacts « à compenser » et à suivre (haie vive en limite de la zone d'exploitation) selon la procédure standard de sauvegarde environnementale et sociale NIES.

Au Burkina, le terme « durable » n'apparaît que pour qualifier a priori le type de DCN choisi³. La seule durabilité évoquée concerne donc les ouvrages proposés, dont la solidité a été pourtant mise à rude épreuve sur le site à réhabiliter de Tialla⁴, pour un bassin versant de 50km², 8 fois moins étendu et beaucoup plus végétalisé que celui de Nambe (400km²). Quant au terme environnement, il n'apparaît que de rares fois, pour annoncer dans le plan du mémoire la synthèse de la notice d'impact environnementale et sociale (mais partie inexistante dans l'APD), et pour parler des « contraintes environnementales » perçues par les paysans (climat, chenilles ravageuses). Comme l'agronomie, l'écologie est totalement absente des mémoires techniques de l'APD. On trouve seulement mention du mot environnement en matière de risque érosif (étude pédologique) et contraintes hydro-climatiques et biologiques (enquêtes sur les contraintes perçues).

L'environnement comme thème d'étude de base n'apparaît qu'incidemment dans le mémoire de **Nambé**, quand il s'agit de parler de « *niveau de dégradation du bas-fond et de ses environs* ». « *Au cours de la phase de terrain, l'ingénieur du génie rural a procédé à un parcours détaillé du bas-fond à aménager et de ses abords immédiats en vue de déceler d'éventuels signes d'érosion et d'envisager les mesures de protection adéquates. Il ressort.... qu'il n'existe pas de ravinement sur le site. Le sous bassin versant immédiat comporte quelques ravinements servant de branches d'alimentation au fleuve* ». Malgré ce diagnostic optimiste, un objectif retenu est de « *protéger le bas-fond contre l'érosion qui peut constituer une menace pour les activités menées dans le bas-fond* ». Dans la réalité, le ravinement existe bel et bien à travers la profonde incision du lit mineur du marigot, et les 4 ravines marquées mais encore peu profondes qui partent des déversoirs du bouli. L'enjeu érosif est mieux développé dans l'étude pédologique qui évoque le risque d'érosion (« *nombreuses rigoles* ») « *La présence de ravines dans la zone centrale constitue une contrainte. Il est nécessaire pour la durabilité de l'aménagement de lever cette contrainte par le traitement adéquat de ces rigoles* » (étude pédologique p11). Le traitement des ravines s'impose donc en tant que « contraintes » mais pas en tant que dégradation de l'environnement physique du bas-fond. 88 gabions ont été prévus pour installer 12 seuils de régulation dans ces incisions, mais rien n'est prévu au niveau des 3 déversoirs du bouli totalement dégradés.

L'étude socio-économique n'aborde l'environnement qu'à travers un « diagnostic participatif », dans le seul domaine des contraintes hydriques et biologiques ressenties (variabilité du climat, inondations, sécheresses, chenilles ravageuses). Il faut attendre le projet d'aménagement proprement dit (étude de génie rural) pour que l'érosion et le ravinement apparaissent soudain comme une contrainte telle qu'elle réduira l'espace exploitable de 70 ha à 30 ha « *le terrain comporte beaucoup de ravinements et un bouli de 5 ha* » (p39).

Ce qui nous amène à conclure que l'environnement a été perçu au stade APD en premier comme un état « non forestier », permettant de cocher la liste des critères de la faisabilité (bien que le bassin versant de 400 km² soit le double du maximum de 200 km² admis pour les aménagements PAFR). Ensuite en tant que « contraintes naturelles » à surmonter (inondation, sécheresses, ravines) grâce aux digues et gabions, ou en tant que zones dégradées à éviter (zones érodées) mais non en tant qu'écosystème à préserver dans l'intérêt de la durabilité

³ « les diguettes ainsi réalisées sont des ouvrages solides, stables et durables. Les seuls travaux d'entretien se résument à remettre les moellons qui auraient été emportés par des crues exceptionnelles. Par ailleurs la stabilité de la diguette se renforce au cours des années par le colmatage des moellons ce qui réduit d'avantage les risques de destruction. » (p41).

⁴ Voir note 2

de toutes les activités (biodiversité relictuelle, ressources fourragères, pollutions, réparation durable des marques d'érosion, prévention d'érosion au niveau des déversoirs du bouli, protection des berges du lit mineur etc...). Bien que le nombre d'arbres dans le bas-fond soit déjà dérisoire, c'est encore trop apparemment, puisqu'il est prévu de couper 5 arbres.

Heureusement l'environnement a été plus sérieusement abordé ultérieurement dans la NIES, en vue de fournir une validation officielle du projet par l'ANEVE et un feu vert à l'implémentation, au vu des « impacts attendus » de l'aménagement.⁵ Le document NIES fourni pour Nambe est volumineux (115 pages), d'une grande technicité juridique et administrative (nombreux rappels sur le cadre institutionnel) et d'une grande qualité sur la forme, professionnalisme qui compte énormément pour obtenir la validation de l'ANEVE. Des matrices multiples et complexes abordent tous les risques possibles et imaginables (y compris le risque de propagation du SIDA par les ouvriers, qui est le risque le plus important identifié) et tentent de proposer un score d'effets de l'aménagement, positifs ou négatifs, ce qui tend à diluer les questions écologiques. Il conclut à la faisabilité environnementale et sociale de l'aménagement, compte tenu de l'impact globalement positif (moins d'érosion, régulation et infiltration de l'eau, impact sur les rendements et l'économie, redistribution foncière) et de l'absence d'enjeux de conservation de biodiversité. Mais la description et le diagnostic écologique du site, qui est pourtant la baseline de référence, restent pauvres. C'est la commune et les lacs de retenue de Koumbri qui servent surtout de référence sur les activités et les milieux (larges extraits du PCD communal), et non le site de Nambe. Il n'y a pas de carte des usages ni des milieux semi-naturels affectés par l'aménagement (savanes à graminées pérennes, zones cultivées, ripisylves, mares etc). Pas d'analyse des sols. Il n'y a pas de référence sur les écosystèmes anciens et leurs reliques actuelles. Les activités de cueillette de foin de graminées pérennes propres au site ne sont pas évoquées. Les descriptions de la faune sont extraites d'un ouvrage traitant en fait du Sud-Ouest du Burkina Faso. La flore décrite de 15 espèces arborées en 127 arbres ne contient pas d'espèces de bas-fond (sauf *Ficus gnaphalocarpa*) alors que sur le terrain, l'équipe en charge de l'étude a rencontré uniquement des espèces de bas-fonds dans la partie à aménager et dans les ripisylves (*Ficus sp*, *Terminalia macroptera*, *Mitragyna inermis*, *Acacia seyal*, Manguier etc) et en très petit nombre. La zone prospectée de l'APD correspond sans doute à la zone de 70 ha topographiée (contenant des parcs arborés de bas-de-pente) et non spécifiquement à la zone de bas-fond à aménager. Il n'évoque pas les crocodiles sacrés. Il n'évoque les dépressions (mares, seules zones encore un peu naturelles, avec présence de joncs, de varans et de poissons) que pour dire que les opérations de sous solage et planage vont les combler, apparemment sans regret.

A Tialla, l'environnement n'est évoqué qu'une fois dans les attendus de l'étude d'impact, non versée au dossier de l'APD. L'environnement constitue donc une préoccupation postérieure au choix de l'aménagement par l'APD. L'activité productive s'impose, mais comment compenser son impact ? C'est l'enjeu de la NIES. L'environnement n'entre donc pas en ligne de compte au stade conception de l'aménagement, où l'on pourrait encore éviter ou réduire les impacts, mais seulement a posteriori. Quant à la durabilité, le mot n'apparaît aussi qu'à l'étape de l'entretien de l'aménagement, « gage de sa durabilité » (p31). Mais aucun mécanisme n'est proposé pour garantir cette maintenance (par exemple contrôles réguliers des services techniques, systèmes d'appui technique et financiers). La dégradation de l'environnement du bas-fond n'est évoquée que p25, donc à la toute fin de la proposition d'aménagement. L'ingénieur GR propose des « ouvrages annexes » (gabions) destinés à contrôler la dynamique érosive dans le bas-fond et dans le bassin versant. C'est à ce moment

⁵ La Notice d'Impact Environnemental et Social (article 10 du décret N°2015- 1187 /PRES-TRANS/PM/ MERH/MATD/MME/1VIS/MARHASA/MRA/MICA/MHU/MIDT/MCT) vise les objectifs ci-après :

- décrire l'état du site et de son environnement portant notamment sur les richesses naturelles, l'atmosphère, les espaces agricoles, pastoraux ou de loisirs, les sites culturels, les infrastructures socio-économiques ;
- identifier et analyser les impacts négatifs et positifs, directs et indirects sur le projet sur le site et son environnement ;
- identifier et compiler sous forme de plan de gestion, les mesures d'atténuation, de bonification, de surveillance et de suivi environnemental requises pour prévenir, minimiser, atténuer ou compenser les impacts environnementaux et sociaux négatifs ou pour accroître les impacts positifs du projet ;
- formuler un programme de surveillance de l'application de mesures d'atténuation et de suivi environnemental des impacts du projet.

seulement que des traces d'érosion sont notées⁶. Une formule théorique est proposée pour le dimensionnement de la longueur des seuils, un nombre de 103 gabions est proposé pour 3 seuils sur des ravines de 5 à 35m de large et 1,5m de profondeur (mais non localisées). Mais aucun exemple de mise en œuvre pratique (localisation, architecture du seuil) n'est proposé. Le tableau proposé (note 3) sous-estime l'étendue, la taille et l'importance du réseau de ravines. Le plan coté montre qu'en fait ces gabions sont seulement destinés à conforter la route en remblai.

La NIES qui vient bien après l'APD (2021) donne à voir un tout autre visage à ce bas-fond. La description physique commence par l'observation d'un milieu détruit par un réseau de ravines et des ensablements recouvrant les digues de l'aménagement précédent, au point que les digues ont disparu ou été sectionnées avec un profond ravinement (présence de ravines ou lits mineurs de 2m de profondeur et 5m de large), ce qui pourrait correspondre à la notion de « grand ravin » selon une extrapolation du tableau vu dans l'APD en note 3.

Mais l'analyse des risques environnementaux de la NIES n'évoque plus cet aspect « érosion », de même que les mesures inscrites au Plan de gestion environnemental et social (PGES, p43). Le tableau des risques sur le milieu physique, liés à l'aménagement en phase exploitation, n'évoque en fait que des risques associés au milieu physique (sécheresses, inondations liées au changement climatique justifiant le maintien d'un lit mineur de drainage de garde calculé sur une crue cinquantennale) et les oiseaux granivores. Il n'y aurait donc plus de risques d'érosion après la réhabilitation des digues et l'obturation des ravines par planage, et ceci, malgré les inquiétudes manifestées à plusieurs reprises par les acteurs locaux qui craignent que se renouvelle la dégradation liée à l'aménagement PAFR 2003 (p88). Les mesures de déboisement et débroussaillage nécessaires au nettoyage de l'emprise sont entérinées par la NIES (« *mais limitées au strict nécessaire*, p50»), à condition d'être compensées par une haie vive de 4200 arbustes plantés à un mètre d'intervalle sur le pourtour du bas-fond, selon les préconisations habituelles. Evidemment cette haie vive ne rendra pas les services écosystémiques que peut rendre une végétation pérenne dans le bas-fond lui-même ou le long des incisions. Il s'agit plus d'un service de marquage du territoire aménagé que la réhabilitation d'un couvert arboré et de ripisylves en zone humide nécessaires à la réduction de l'érosion par les crues et au maintien d'une biodiversité de zone humide. Tout se passe encore comme si aucun lien n'était fait entre le diagnostic d'érosion grave après un premier aménagement PAFR et les calculs de risques environnementaux du fait de sa réhabilitation (qui omettent ce risque), comme si les mesures de compensation environnementale à prendre étaient finalement standard, indépendantes du contexte du bas-fond à aménager et comme si les études-elles mêmes de la NIES relevaient plus de la formalité que de la nécessité. On retrouve donc une conclusion similaire à la partie précédente.

En **synthèse**, si la partie « description de l'environnement » de la NIES était réalisée au même moment que les autres études de base, et incluse dans le mémoire technique APD, le projet d'aménagement conçu serait sans doute fort différent puisqu'il se confronterait d'emblée à ce qui fait la fragilité d'un aménagement, et sa non durabilité : la destruction initiale de tout l'écosystème de zone humide, la transformation d'un milieu complexe en une zone homogène et nue de plusieurs dizaines d'hectares, parcourue par des crues d'intensité croissante, la faible prise en compte des risques érosifs et des faibles capacités d'entretien de gros ouvrages par les organisations de producteurs. De même, le projet serait capable de prendre en compte les multiples activités antérieures (multifonctionnalité des zones humides), les reliques de milieux naturels à préserver, les faibles motivations de paysans pour le riz confrontés aux difficultés de la riziculture dans un milieu toujours très

⁶ « Les érosions linéaires peuvent être classées selon le tableau ci-dessous :

Forme	Tracé	Longueur	Largeur	Profondeur
Griffe	Sinueux	< 1 m	< 10 mm	5-6 cm
Rill	Rectiligne	Centaine de m	10-20 cm	5-10 cm
Rigole	Sinueux	Dizaine de m	5-70 cm	10-30 cm
Ravine	Peu sinueux	Centaine de m	50cm à 1 m	30-50 cm
Petit ravin	Peu sinueux	Centaine de m	50cm à 1 m	50-200 cm

Dans ce bas-fond on note la présence de griffes, de Rill et de rigoles, et même des ravines de faibles longueurs dont son aménagement par les DCN de type PAFR T7 va stopper et traiter la dégradation par le planage. Par contre il y a des petits ravins qui nécessitent des traitements particuliers : Pour éviter la progression de ces petits ravins et protégé le périmètre aménagé contre ces crues ; nous avons proposé des seuils en gabions. ».(p25)

contraignant et risqué, et un prix de marché insuffisant, qui font du riz une culture encore secondaire dans l'affectation des moyens et du temps de travail, malgré ses potentialités.

Pour l'instant la NIES répond à une logique plus juridique que technique. Cette étude dépend en outre d'une autre source de financement et de bureaux d'études spécifiques. Elle est donc peu articulable à l'APD, en termes de timing et d'équipes.

1.5 Une participation limitée des populations

Le principe de participation des bénéficiaires aux processus d'aménagement des bas-fonds est aujourd'hui reconnu comme un gage d'appropriation et de durabilité post intervention.

Avant l'aménagement, les réunions publiques d'information et la concertation pour la participation des populations à la réalisation des ouvrages (contribution des bénéficiaires en main d'œuvre journalière) sont présentées comme étant les preuves de la participation et de l'implication des populations dans le cadre du projet.

Mais cette approche se rapproche plus de la sensibilisation ou de la consultation, que d'une participation active des usagers. L'approche participative doit pouvoir reposer sur une réelle implication des populations, depuis la phase d'identification du site et les premières concertations lors des études, pour mieux appréhender les attentes et capacités à s'impliquer et faire vivre le projet sur le temps long.

Le risque est que la participation se limite à la tâche de ramassage et manutention des matériaux de construction par la population. Dans l'APD de Doumba (Mali), cette participation physique aux travaux est d'ailleurs décrite en détails : « *[concernant] leur participation physique, [...], les jeunes comptent s'organiser en trois groupes de 30 personnes. Chaque groupe pourra avoir deux jours de repos. Au total le projet pourra compter sur un potentiel de 90 jeunes. La semaine de travail sera de 6 jours. La journée de Vendredi sera le jour de repos pour tout le monde. Une participation financière de 250 000 francs CFA est envisageable* ». Les populations sollicitées pour la fourniture de travail sont peu ou mal informées sur la nature des travaux. Dans le cas de Doumba, il s'agit en effet d'un nouvel ouvrage, alors que l'APS précise que la participation physique des populations est engagée pour la réhabilitation du micro-barrage.

Un autre risque identifié est lié à la posture d'experts détenteurs de savoirs universels et en capacité de prescription, que les Unités de Gestion de Projet (UGP) comme les bureaux d'études conservent vis-à-vis des bénéficiaires et qui ne permet pas toujours de recueillir et de valoriser les savoirs locaux (i.e. les pratiques paysannes qui ont réussi à faire face aux contraintes des bas-fonds et tirer parti de leurs ressources, et les notions vernaculaires qui ont su classer les composantes de ce milieu spécifique). Cela crée un décalage entre la vision « expert » de ce que devrait être un aménagement de bas-fonds (i.e. la vision qui sous-tend les analyses des APD) et la vision des bénéficiaires de ce que l'aménagement devrait leur apporter pour lever les contraintes qui ont jusque-là limité le développement agricole. In fine, il est possible que les attentes des bénéficiaires ne trouvent pas de réponse adaptée dans les APD et donc dans les aménagements réalisés, affaiblissant ainsi leur motivation.

1.6 Un regard sur les sites à l'instant « t »

Les études APD consultées présentent des analyses succinctes des enjeux de l'aménagement adaptées à chacun des sites d'intervention. Si l'amélioration de l'accès à l'eau est un enjeu commun à tous les sites, les enjeux de développement territorial ou de préservation de la ressource sont peu mentionnés dans les études pré-aménagement. Lorsqu'ils sont abordés, ces enjeux sont traités dans le temps présent sans être remis en

perspective avec les dynamiques d'évolution passées qui ont pu y conduire. Au-delà de l'intégration des projets dans les plans de développement communaux, par exemple au Mali, aucune réflexion ne porte sur la stratégie de préservation de la ressource post-aménagement, et sur les impacts territoriaux des projets, dans une dimension plus prospective.

Deux sites étudiés (Founkoye au Niger et Tialla au Burkina) sont concernés par des réhabilitations. Pour autant, les études APD ne présentent aucune analyse de ce que l'ancien aménagement a permis de développer, ni ce qui a conduit à sa détérioration ou ce que cette situation de dégradation implique pour les producteurs. La question de la part de responsabilité humaine ou technique n'est pas posée alors qu'elle pourrait éclairer les choix d'aménagement.

En d'autres termes, les APD ne retracent pas l'évolution dans le temps des modes de mise en valeur ou des formes d'organisation autour du bas-fond et du degré d'adéquation des projets et des ouvrages avec les attentes des populations. Dans ces conditions il est difficile d'estimer la portée du changement sociotechnique que demandera l'aménagement aux populations. Par exemple, les superficies cultivées projetées après aménagement représentent-elles des surfaces qui ont déjà été cultivées dans l'histoire du bas-fond ? Une organisation a-t-elle déjà été en charge de la gestion d'un aménagement ?

Le risque de ne pas tenir compte de l'évolution antérieure des conditions physiques du bas-fond et son occupation est aussi de sous-estimer les difficultés passées et de ne pas s'interroger sur leur reproduction à l'avenir.

1.7 Une faible prise en compte de la complexité foncière

La dimension foncière, dans sa complexité, est très peu renseignée avant la réalisation des projets d'aménagement de bas-fonds. Le détail des processus devant permettre les réattributions est laissé à la communauté après finalisation de l'aménagement. Les discussions foncières sont perçues par les porteurs de projets et les aménagistes comme pouvant être sources de conflits, qui nuiraient à la réalisation du projet. Aucune action significative touchant à la répartition foncière n'est engagée ou discutée avant le lancement des travaux de peur de toucher à des équilibres précaires, au-delà d'une procédure formelle, le « PV de cession foncière » censé, pour le PARIIS, représenter une « purge des droits » et leur transfert au projet, donc à l'Etat. Au Mali et au Burkina, il y a une sensibilisation précoce sur les conséquences foncières d'un aménagement réalisé avec les deniers de l'Etat avec signature d'une déclaration de cession de terres, projet de parcellisation et réattribution, mais sans précisions ni cartographie préalable. Les pertes de droits d'usages ou de droits d'appropriation seront compensés par un accès à des terres aménagées, sans que les modalités ne soient précisées. Suite à la réalisation du nouvel aménagement, certains propriétaires peuvent se retrouver ainsi oubliés, non compensés, du fait d'une mauvaise connaissance foncière locale. Au Burkina sur le site de Tialla, le réaménagement intervenant à la suite d'un ancien projet, a ainsi cristallisé les tensions foncières. Le foncier est resté une boîte noire non ouverte dans le cadre du projet.

Face à cette situation, les comités fonciers ou les commissions foncières (COFO) semblent insuffisamment outillés. Dans les rapports d'APD, les aspects portant sur le foncier et ses modes de gestion se limitent généralement à une connaissance des lignages fondateurs du village et des règles d'accès au foncier par héritage, sans plus de précisions ni explications de la diversité des ayants-droits ou des règles de gestion des espaces. Dans certains cas, les études pré-aménagement présentent des éléments intéressants, tels que la cartographie des parcelles de culture à Senou au Mali ou la liste des propriétaires des parcelles du site de Founkoye au Niger, mais non analysés dans le rapport.

Les annexes des APD présentent rarement la liste des ayants-droits actuels (exceptions faites du site de Founkoye au Niger et Senou au Mali). Les projets interviennent donc souvent sans avoir une connaissance individuelle des familles en droit de gérer des terres (dénommées « propriétaires »), des exploitants en droit de cultiver et exploitants sans droits. En cas de ré-attributions post-aménagement au profit d'un plus grand nombre d'usagers, ces listes permettraient d'établir des priorités et des compensations (sous forme de terres aménagées ou autres) que possesseurs et usagers antérieurs seraient en droit de recevoir.

L'enjeu porte aussi sur le statut social (genre, âge, droits sur la terre, etc.) donnant ainsi la capacité aux bureaux d'études d'analyser ce que ces listes illustrent des dynamiques foncières. Par exemple, dresser une liste devrait aussi être l'occasion de se poser les questions suivantes :

- *Quelles proportions de femmes et de jeunes sont effectivement déjà usagères de parcelles de bas-fonds ?* Il s'agit d'un aspect important pour estimer la propension de la communauté à faciliter l'intégration des groupes vulnérables, que ce soit par l'accès au foncier pour les femmes et jeunes à titre individuel ou à travers des collectifs et organisations (groupements de femmes, associations de jeunes, etc.) ; est-il permis pour les populations, que ces femmes qui exploitent une parcelle, puissent être inscrites sur les listes de propriétaires ?

- *Les « propriétaires » reconnus sur les listes, sont-ils tous issus des lignages fondateurs c'est-à-dire habilités à gérer la terre ?* Les droits fonciers, acquis par droits de hache, se concentrent généralement au sein de quelques familles, installées historiquement dans le village ; familles reconnues par leur pouvoir de détention foncière. Ces usagers constituent des interlocuteurs importants qui doivent pouvoir être identifiés pour faciliter leur implication notamment dans les phases de sensibilisation et de participation des populations. Mais il est également intéressant de savoir si des allochtones ont déjà pu devenir propriétaires, ce qui pourrait permettre de discuter de la possibilité d'accès au foncier pour des étrangers au village disposant de capacité de production et/ou d'innovation ;

- *Combien de propriétaires sont effectivement exploitants du bas-fond ?* Il est fréquent que les propriétaires s'intéressent davantage aux terres de culture pluviale qu'aux terres des bas-fonds non aménagés. A Founkoye (Niger), le bureau chargé de l'étude APD décrit « une discontinuité des exploitations par endroits, certaines familles ayant trop d'espace ont laissé des terres non exploitées ». A Nambe (Burkina Faso), la mise en valeur agricole est limitée en l'absence d'aménagement ou d'accès à l'eau « certains continuant néanmoins de travailler sur les lopins de terre de leurs parents ». Les parcelles de bas-fonds peuvent aussi être confiées au travers d'un droit délégué à un autre membre de la famille, à un autre villageois, ou un étranger à la localité, sur la base de différentes formes contractuelles, le plus souvent orales. Si la majorité des exploitants actuels ne dispose pas des droits fonciers, l'entrée du projet à partir de la seule liste des propriétaires impliqués dans la cession foncière pourrait conduire à la marginalisation de ces catégories de population, pourtant potentiellement actives pour la mise en valeur ultérieure du bas-fond aménagé, ce qui n'est pas souhaitable.

L'ambiguïté sur la mise à disposition du foncier

La mise à disposition du foncier pour réaliser l'aménagement est une condition sine qua non de tout projet d'aménagement. Certains dossiers d'APD font un résumé succinct et assurément non suffisant de l'adhésion des propriétaires au projet : « toutes les familles propriétaires de terres dans le bas fond sont d'accord de céder ces terres à la communauté pour les besoins d'aménagement du bas fond en vue d'améliorer les conditions d'exploitation » (APD Doumba, Mali). Mais souvent, un seul individu signe le « PV de cession foncière », et aucune discussion, concertation collective n'est organisée en amont de cette signature. Ce processus de cession pose la question de la légitimité d'un signataire unique à céder (au sens d'aliéner) un espace détenu de façon communautaire (en principe même le gestionnaire lignager ne peut qu'attribuer un droit d'usage) et quelle compréhension ont de cette cession les multiples détenteurs coutumiers et usagers antérieurs.

L'enjeu de formalisation de la mise à disposition du foncier est donc peu traité dans les études APD telles qu'elles sont réalisées. L'accent est seulement mis sur la lettre (ou attestation) de cession produite sur certains

sites par les propriétaires de la zone à aménager. Dans ce document entre les villageois et le projet, les propriétaires acceptent de céder tout ou partie de leur terre pour la réalisation de l'aménagement. Le document marque ainsi l'engagement des anciens exploitants à céder, chacun en ce qui le concerne, sa parcelle au village, « en renonçant à tout droit de propriété, pour des besoins communautaires », dans l'intérêt général du village. L'objectif de ce document de cession est avant tout de pouvoir réaliser l'infrastructure en évitant de créer un conflit foncier, et d'assurer au projet une légitimité d'action. Cet acte est nécessaire car il est l'occasion de nommer les propriétaires fonciers et d'identifier d'éventuelles situations conflictuelles. Pour autant il n'a pas de valeur contractuelle et juridique et ne peut donc pas être opposé aux propriétaires qui reviendraient sur leurs écrits après réception de l'aménagement. De plus, dans certains cas, certains projets privés arguent de cet acte de cession foncière pour introduire des formes d'exploitation en régie, éloignées des intérêts des communautés locales.

Les APD n'apportent pas de regard critique sur la validité juridique de ces documents dont la rédaction est parfois en inadéquation avec les cadres juridiques fonciers nationaux (établis sur un support différent du modèle type requis ; absence de visa des autorités, maire ou commission foncière ; absence de localisation des parcelles). Signés généralement au début de l'étude d'APD, le risque est également qu'ils engagent des représentants qui ne se sont pas assurés de l'accord des détenteurs de droits dans leur intégralité. La forme des lettres de cession peut varier d'un site à l'autre, si tant est qu'elles soient effectivement produites dans la liasse documentaire de l'APD (rapport socio-économique, annexes, etc.).

Partie 2. Synthèse des enjeux des bas-fonds identifiés par le diagnostic Costea des 6 cas d'études

Constituant les zones humides des terroirs, les bas-fonds sont des lieux d'enjeux multiples : (i) environnementaux par leur écosystème spécifique humide souvent fragile qui peut rendre divers services (régulation, approvisionnement, points d'eau, importance culturelle...), (ii) économiques avec leurs potentialités productives (concentration des ressources en eau et fertilité); (iii) sociaux par leur rôle anti-risque face aux aléas de sécheresse, et la place souvent laissée aux catégories vulnérables femmes et jeunes, à des échelles facilitant la durabilité des projets. Ces enjeux devraient être intégrés explicitement dans la conception des aménagements, de façon plus équilibrée, alors que les études actuelles APD ont tendance à se focaliser sur la seule dimension économique.

Certains projets, notamment ceux du Burkina Faso visent un aménagement à vocation spécifiquement rizicole, alors que les bas-fonds sont multi-usages (riz, sorgho, maïs, maraîchage, pâturage en saison sèche, arboriculture, pêche) et multi-services. Cette vision réductrice du développement peut conduire à des impasses, d'abord environnementale, mais aussi économique (fréquent retour à l'extensif diversifié quelques années après la fin de l'appui du projet) et sociale (exclusion de certains usagers de facto, concentration des parcelles rizicoles dans les mains de quelques exploitants disposant des capitaux nécessaires à l'intensification ou à la mécanisation, exclusion des exploitations familiales et risque de reprise des terres « cédées au projet » par des investisseurs disposants de capitaux).

Les diagnostics se sont attachés à couvrir ces divers enjeux résultant des menaces et des opportunités identifiés dans notre échantillon de bas-fonds, mais aussi des souhaits exprimés par les usagers ; il en ressort les sept enjeux principaux suivants :

- un enjeu de mobilisation et partage de l'eau
- un enjeu d'adaptation des pratiques culturelles au nouvel aménagement et aux risques actualisés
- un enjeu environnemental de durabilité de l'aménagement
- d'autres enjeux environnementaux spécifiques des zones humides avec mise en valeur agricole
- enjeux de prise en compte des attentes des communautés et des savoirs faire locaux
- enjeux de cohésion et d'inclusion sociales
- enjeux d'appropriation de l'aménagement par des usagers organisés

2.1 Enjeu de mobilisation et partage de l'eau, pour sécuriser les usages face aux risques climatiques, étendre les cultures et valoriser la saison sèche

Le manque d'eau dans les bas-fonds pour satisfaire à la fois les usages agricoles en pluvial, d'irrigation, abreuvement du bétail et pêche, est la question centrale posée par les paysans et que cherchent à résoudre les projets d'aménagement. Dans les régions soudaniennes et sahéniennes, la disponibilité en eau figure en effet au premier rang des préoccupations comme facteur limitant le développement local. Cette problématique générale est à décliner en plusieurs sous-questions : (i) quels sont les risques hydriques

auxquels les usages, notamment les cultures, sont exposés ? (ii) dans quelle mesure les options d'aménagement du site peuvent atténuer ces risques ? (iii) quelle extension potentielle des cultures dans la zone d'influence des ouvrages (DCN, micro-barrages, digues seuils) et (iv) quels arbitrages doivent être faits entre les usages pour allouer une ressource en eau limitée ?

Paradoxalement, les études APD ne traitent quasiment pas des deux premières questions, aucune méthode d'évaluation quantitative robuste n'est appliquée au site. Elles se basent sur le postulat selon lequel le type d'ouvrage qui a fait ses preuves dans le pays, améliorera les conditions hydriques. Nous montrons en partie 3 tout l'intérêt d'une analyse agro-climatique qui fait actuellement défaut dans les APD. Cette analyse aborde la distribution saisonnière des pluies et son implication pour la satisfaction des besoins en eau ; elle permet d'identifier les types d'ouvrages pertinents en lien avec le calage du cycle pour la riziculture et ouvre donc les options possibles d'aménagement.

La 3^e question sur l'extension des surfaces irrigables fait l'objet d'une plus grande attention des APD pour le dimensionnement des ouvrages et l'évaluation des bénéfices attendus du projet. Les études topographiques et pédologiques, réalisées avec une grande précision (isohypses tous les 25 cm) sont mobilisées à cette fin. Cependant on constate que l'emprise de la zone à aménager ne correspond souvent pas à la zone qui sera objectivement sous l'influence directe des ouvrages d'après la topographie. C'est particulièrement le cas pour les micro-barrages du Mali. A Senou, la zone qui sera impactée par le micro-barrage apparaît limitée à moins de la moitié de la surface à irriguer visée comme objectif. Les zones d'aptitude des terres selon les hauteurs d'inondation ne sont pas cartographiées dans l'APD. Ainsi ces aptitudes ne sont pas prises en compte dans le découpage parcellaire post-aménagement fourni dans l'APD ; la structure en damier proposée apparaît déconnectée de la réalité du terrain et de la projection que l'on peut en faire après aménagement. Or les inégalités foncières, avec des parcelles sous grande hauteur d'eau difficilement cultivables et d'autres, à l'opposé, hors d'influence de l'aménagement avec la surestimation des surfaces impactées, sont une source de litige majeure à prendre en compte pour la réattribution des parcelles.

Pour les aménagements visant à retenir l'eau par des micro-barrages ou des digues-seuils à vocation multi-usages (riz d'hivernage, cultures de contresaison, abreuvement, pisciculture...), l'application d'un bilan d'eau des retenues s'avère indispensable aux APD. En simulant les dynamiques de remplissage et descente des plans d'eau, cette méthode permet d'estimer de façon objective les surfaces irrigables et de tester des règles de gestion de l'ouvrage et des cultures (priorité d'accès, régulation des vannes) pour le partage de l'eau entre usages et avec l'aval. Ainsi les conditions d'un équilibre entre la ressource et les usages (surfaces irriguées, abreuvement, pêche) peuvent être explicitées. Les bilans d'eau simulés pour les projets de Doumba et Senou montrent que les surfaces irrigables post aménagement ont été généralement surestimées dans les APD. Notamment les zones sous grande lame d'eau (plus de 0,6 m de submersion) seraient inaptées au riz si on souhaite conserver l'eau pour les autres usages car l'entretien de la culture serait difficile et la récolte ne pourrait se faire hors d'eau avant le mois de février. Ces bilans montrent également les limites de capacité des retenues dans les conditions d'usages prévues (tarissement des plans d'eau en mars à Senou et mai à Doumba), informations importantes à partager pour éviter des déceptions et démobilité des usagers.

2.2 Enjeu d'adaptation des pratiques culturelles : intensification avec maîtrise du risque, diversification, pratiques plus écologiques

Cet enjeu agricole a fait l'objet d'une analyse approfondie sur les sites du Burkina où le modèle d'aménagement choisi, dédié à la seule riziculture, pose question.

2.2.1 Valoriser les appuis techniques promoteurs de diversification et durabilité

Sur les deux sites de Nambé et Tialla du Burkina Faso, l'encadrement agricole est assuré via les agents UAT et ZAT de la DPAAH. Auparavant à Nambe, les producteurs ont bénéficié d'encadrement en matière d'innovation technologique agricole notamment en maraîchage grâce aux partenaires de développement du village que sont les projets et programmes comme le projet SENS. Avec l'aménagement du bas-fond dans le cadre du PARIIS, le village a été appuyé en développement organisationnel par la création d'une coopérative mixte (Hommes et Femmes). Ainsi, dans ce cadre collectif, des formations en matière d'itinéraires techniques agricoles et de mise en valeur des bas-fonds sont projetées au profit de ces coopératives, mais n'ont pas encore été décidées. Il faut encourager un suivi adaptatif de bonne qualité (champs-écoles, chantiers de maintenance etc)

Des ONG (notamment ODE) sont intervenues à Tialla, dans le domaine de l'agroforesterie, et les gens qu'elles ont formé doivent devenir des personnes ressources pour une revégétalisation des zones dégradées, notamment des berges des ravines. Plusieurs enjeux ont été identifiés pour gagner en autonomie et en durabilité : revoir le modèle productiviste, diversifier les variétés et espèces, favoriser une transition vers l'agro-écologie, entendue comme des principes d'agriculture autant appuyés sur des techniques à faible impact que sur des processus liés au monde vivant (plantes pérennes, symbioses, diversité d'espèces et de variétés, recyclages, vie du sol etc). Dans le domaine socio-économique aussi, l'agro-écologie suppose des formes de solidarité, d'inclusion, de participation, des circuits économiques courts. Il convient de diversifier, maintenir la capacité à produire et mieux respecter l'environnement par une réhabilitation et une protection partielle de zones naturelles ou déjà agro-écologiques (comme les buttes à cultures associées et diversifiées, les lieux de pêche, de cueillette, les mares, les fourrages).

2.2.2 Revoir le modèle productiviste et monoculturel « tout riz intensif », et partir de l'existant

Si le modèle du riz intensif sous digues DCN ne fonctionne pas chez tous, ou seulement quelques années avant de s'effondrer et être remplacé par des pratiques diversifiées et extensives (cas de Tialla), par quoi le remplacer dès à présent? Les moyens et stratégies des paysan(ne)s étant variables, un modèle cultural unique n'est jamais optimal. Même réaménagé en DCN-R et avec des ouvrages de traitement de ravines, le milieu ne sera pas partout propice au riz intensif (à Tialla : dégradation des terres, assèchements, sols de certaines unités pédologiques peu aptes au riz ; à Nambe zones à différents degrés d'inondation). Le projet rizicole devra, évidemment, chercher à ne pas perturber, mais au contraire venir en synergie, avec l'activité phare de Nambé, le maraîchage. Il faudra maintenir des zones pastorales et de cueillette (par exemple près des mares et dans les zones très engorgées. De plus il faut pouvoir intégrer les initiatives lucratives « maïs précoce » à Nambe, « gombo » des femmes et des exploitations vulnérables, à Tialla.

2.2.3 Choix variétal

A Tialla, en climat encore propice au riz de 120 jours, avec des digues fonctionnelles et gérées par un comité, on règlera en partie par l'aménagement les risques de sécheresse en juin et en septembre mentionnées, mais il faut envisager une diversification variétale en vue de réduire le risque, et pour l'adaptation aux lieux et au type de producteurs.

A Nambe en revanche, où on se trouve en zone limite pour le riz, le choix variétal est encore plus crucial. Pour valoriser des zones très inondées (plaine de l'est qui sera rendue encore plus inondable avec des digues et un cavalier de bord du cours d'eau), il faudrait alors valoriser les variétés locales photopériodiques rustiques et de grande hauteur, semées très tôt (cultivars « *Etienne* », et « *Pierre Kagougné* »⁷) et récoltées en novembre. Les plus longues (*Etienne*) peuvent profiter des zones comportant une nappe persistante en fin de saison, comme la zone du bouli. Mais pour les parties les moins inondées, le climat étant devenu imprévisible (ce qui était valable sur 10 ans ne l'est plus sur les derniers 5 ans), ces variétés à long cycle posent problème. Les

⁷ Du nom de ceux qui ont historiquement introduit la variété au village

variétés pluviales de cycle très court actuellement vulgarisées (95 jours) sont bien adaptées au climat actuel mais en revanche n'apparaissent pas les mieux adaptées à un système de culture peu fertilisé, avec repiquage, en milieu aménagé en DCN. En effet la durée de la phase végétative devient très faible et se comporte donc en « phase sensible » (à tout : fertilité, mauvaises herbes, submersions, sécheresse). Les risques aviaires en phase maturation seront maximaux. Avec digues, en système quasi irrigué, il faudra revenir à des variétés de cycle plus long 110 j (comme *Orylux*, FKR60N, 62N) ou des variétés sélectionnées à Ouagadougou et supportant mieux l'inondation (variétés KBR 18 par exemple pour les zones inondées, *Nasongkoada* pour les zones mieux drainées). Des champs-école impliquant les producteurs(trices) seraient utiles dans les principaux milieux du bas-fond (franges ou replats, dépressions) pour tester ces adaptations. L'irrigation de complément serait un atout pour réduire les effets de la sécheresse de mi-septembre sur la nouaison et le remplissage des grains, et ceux de la sécheresse d'octobre sur l'allongement du délai de maturation. Mais il faudrait pouvoir la démocratiser (location de pompes collectives).

2.2.4 Favoriser l'innovation agricole vers l'agro-écologie

Le renouvellement social des producteurs (femmes, jeunes, hommes, autres villages), la formation par les appuis (cas ODE à Tialla), le marché spécifique des grandes villes (marché segmenté en types de produits) et le partage des initiatives individuelles innovantes sont des opportunités pour diffuser des innovations qui prennent mieux en compte l'environnement et les besoins de la biodiversité, et aussi s'en inspirent.

A Tialla l'innovation de diversification (gombo) et sociale (demande des femmes d'être membres de la coopérative) provient des femmes qui apparaissent désormais comme des productrices et actrices incontournables depuis que le bas-fond dégradé a pris le statut de terre marginale, abandonnée aux femmes, selon un processus fréquent dans la région. Il faut valoriser cette dynamique positive. Outre le gombo, on peut aussi penser au soja, qui a l'avantage d'être une légumineuse à bactéries symbiotiques et peut pousser sur des franges hautes du bas-fond non inondées, ou sur buttes. Le soja sert de substitut du soubala du néré, et permet de confectionner les brochettes de tofu en ville. La formation du Président de la coopérative à l'agroforesterie, et son engagement dans cette pratique comme pépiniériste villageois est aussi une opportunité à saisir pour des actions de génie écologique anti-érosif.

L'autre sujet de préoccupation porte sur les traitements herbicides et phytosanitaires. Ils pallient au défaut fréquent de main d'œuvre en pointe de travail (juin). A proximité d'écosystèmes aquatiques, et en vue d'une alimentation sûre, et de source d'eau d'irrigation et même d'eau à vendre, on sait qu'il ne faudrait pas choisir le produit de traitement le plus économique ou le plus efficace, mais plutôt le moins nocif, et qu'il faut aussi prendre des précautions pour la santé des travailleurs et de la famille. Il faut aussi tenter des méthodes plus écologiques (utiliser mieux l'élevage, sarclages mécaniques, traitement à base de produits naturels, associations avec des plantes répulsives, variétés mieux couvrantes plus compétitives, variétés se protégeant mieux des oiseaux ...). Le projet rizicole devra venir en synergie avec l'activité phare de Nambé, le maraichage, et aider les paysans pour des pratiques de traitement plus propres. Une piste serait de se rapprocher d'ONG spécialisées dans l'agro-écologie en maraichage et notamment de la section Agro-écologie du Ministère chargé de l'agriculture.

Pour la fertilité des sols, il existe des parcelles à Nambe enrichies en P assimilable et d'autres appauvries en azote ; le niveau de phosphore assimilable est bas à Tialla. A Nambe la fertilisation du maraichage à base de fientes de volailles industrielles est largement basée sur les importations de nutriments dans l'alimentation animale.

De ce fait, plus de recyclage permettrait une économie d'intrants. Il est probable que les pailles de riz aient une composition chimique correcte à Nambe et fassent un bon compost (avec addition de *Burkinaphosphate* à Tialla) qui pourrait être complété par une fertilisation azotée à base d'urée, dont la formule SGU est source d'économie de produit (possibilité d'application avant inondation).

2.2.5 Valoriser la saison sèche par des aménagements complémentaires

Hommes, femmes et jeunes ont demandé de résoudre la question du manque d'eau dans le bas-fond de **Tialla** pour leur permettre de pratiquer le maraîchage en saison sèche, actuellement très peu développé. Or le PARIIS priorisant la riziculture n'a pas prévu de recherche d'eau ou de création de puits dans le cadre de son intervention. La production de gombo par les femmes à Tialla, devenue ces dernières années une véritable filière à haute valeur ajoutée, mériterait pourtant de bénéficier d'irrigation pour développer une contre saison, donc des aménagements ad hoc. A Tialla, il n'y a encore ni bouli, ni barrage. On y dénombre quelques puits et forages tous destinés aux besoins en eau domestique et abreuvement. Cette situation explique la faible pratique de maraîchage de saison sèche. L'idée de la construction d'un bouli pour améliorer la disponibilité d'eau ou d'un barrage amont d'écrêtage des crues a été aussi évoquée par les producteurs pour permettre aux femmes de prolonger leur saison de culture de gombo et protéger le bas-fond.

Les femmes de **Nambe** réclament aussi un accès à des terres irrigables. Une possibilité, suggérée par elles, serait de réfléchir en terme de système de culture et non pas seulement itinéraire technique, dans le but de pouvoir à la fois pratiquer la riziculture en saison humide et le maraîchage en saison sèche. Pourrait-on articuler riz précoc et maraîchage sur une même parcelle ? Il faudrait déjà résoudre le risque aviaire sur récoltes précoces (par des filets par exemple tendus par endroits autour des jachères, habitats des oiseaux, des effaroucheurs). Obtenir des intrants est aussi une préoccupation des femmes. Elles souhaiteraient bénéficier de petits crédits adaptés et d'une attention spécifique des ZAT/UAT (qui ont aussi des femmes dans leurs rangs) pour mener des activités de petit commerce et améliorer leurs activités de production agricole.

2.3 Enjeu environnemental : fonctionnalité, durabilité et capacité de résilience de l'aménagement

Assurer la remise en état de l'environnement et des aménagements préexistants, la fonctionnalité à long terme des nouveaux aménagements sont des objectifs qui devraient être davantage mis en avant par le PARIIS. Il s'agit aussi sur le plan organisationnel d'apprendre à la coopérative à bien assumer les tâches qui lui incombent et qui sont à sa portée, la gestion du fond de roulement, l'exploitation et l'entretien des ouvrages, et les charges financières à assumer. Ces aspects de durabilité devraient être davantage intégrés comme des résultats à atteindre par les projets et les coopératives plutôt que se limiter à des objectifs à court terme de « mètres linéaires » de digues réalisées, de « nombre d'hectares aménagés » et « nombre de bénéficiaires » touchés qui sont actuellement les principaux indicateurs justifiant les investissements de l'aménagement. Il faudrait donc réfléchir aux indicateurs de la durabilité à suivre par une commission de suivi de la coopérative (tant de brèches dans les digues, tant de pertuis brisés, tant de ravines stabilisées, tant de berges végétalisées,...).

Les cas de réhabilitation à Tialla au Burkina Faso et Founkoye au Niger illustrent les problèmes de durabilité associés à des aménagements insuffisamment raisonnés.

A **Tialla**, la durabilité de l'aménagement lui-même n'a pas été atteinte dans les deux aménagements précédents réalisés en 1972 et en 2003 : non seulement la riziculture intensifiée n'a pu se mettre en place que pour quelques années, mais rapidement les ouvrages ont été dégradés sur une terre totalement déboisée et un ravinement généralisé s'est installé. De nombreux services écosystémiques antérieurs, à commencer par la résistance du sol « enraciné » à l'érosion linéaire, ont été anéantis. Les paysans se sont adaptés à la situation en pratiquant sur les parties indemnes mais asséchées par le ravinement une agriculture pluviale extensive et diversifiée. On peut finalement associer les différentes phases d'aménagement du bas-fond de Tialla, à un processus de destruction de son environnement propre, destruction active du couvert pérenne (arbres, arbustes, graminées pérennes) et de son sol (labours en zone de crues violentes, ravinements par

concentration des écoulements, perte de fertilité). C'est le prix à payer pour quelques années de riz intensif réussi. Les périodes de riziculture intensives restent en effet très courtes, et sont rapidement suivies du retour aux cultures extensives diversifiées et jachères. L'APD et la NIES évoquent bien le ravinement, mais l'envisagent seulement comme une contrainte et non comme un état environnemental dégradé causé par les aménagements antérieurs. La NIES ne l'envisage même pas comme risque environnemental physique. L'APD propose des traitements de ravine en gabions sans en préciser les modalités et localisations (si ce n'est le long de la route, pour la conforter), et la NIES considère que le nouvel aménagement est une réponse positive à l'érosion, et entérine la coupe des 25 derniers arbres (à compenser ailleurs sous forme d'une haie vive autour du périmètre).

Dans les cas de nouveaux aménagements comme à **Nambé**, on constate une absence de prise en compte par les APD des ouvrages existants qui vont cependant impacter la nouvelle réalisation. L'aménagement réalisé à l'initiative des paysans aidés par un privé, consiste en un petit pont-barrage sur le cours d'eau principal, pour envoyer l'eau via un tributaire vers une mare transformée en réservoir « bouli », en vue de disposer d'une réserve pour irriguer le maraîchage. Tout un système de biefs échelonnés, de batardeaux, de canaux et canalisations enterrées et de pompes motorisées permettrait à certaines périodes d'alimenter le bouli en eau à partir du lac de barrage situé à 3 km en aval. Mais depuis l'érection du pont-barrage qui dévie la rivière vers le bouli, les seuils de déversement se sont avérés fragiles et ont rompu, occasionnant un départ de ravines dans la plaine qui va faire l'objet de l'aménagement par DCN.

2.4 Autres enjeux environnementaux spécifiques liés à l'endiguement et à la mise en valeur agricole

Les autres enjeux environnementaux identifiés sur certains sites, à intégrer dans la conception des projets d'aménagement concernent la maîtrise de l'érosion, la pollution et le respect de multiples usages complémentaires.

2.4.1 La maîtrise de l'érosion

Le problème des ravinements dans le bas-fond mais également sur les versants est peu abordé dans les APD alors qu'il touche de nombreux sites et constitue une préoccupation exprimée par les populations lors des entretiens. Les producteurs de certains sites ont dans le passé pris des initiatives pour lutter contre l'érosion, comme à Doumba avec l'installation d'un seuil en gabion pour amortir les crues, et la régénération assistée de boisements naturels sur des berges du marigot, associant ingénierie physique et écologique. Sur les sites du Mali, la végétalisation et les plantations d'arbres en bordure des cours d'eau et des retenues apparaît retenir ainsi l'intérêt des populations. C'est une action également prévue dans les PGES pour la compensation de la perte de boisement due à la submersion par le barrage, cependant l'expérience montre que ces plans à vocation de validation administrative du projet sont rarement suivis d'effets s'ils ne sont pas intégrés dès la phase de conception des projets. Une liste d'espèces herbacées et ligneuses adaptées supportant l'inondation a été proposée par les experts IER/COSTEA.

Sur le site de Nambé au Burkina Faso, un grave problème d'érosion « régionale » se manifeste par le comblement du barrage de Koubri en aval, par les sédiments. La réduction de la capacité de la retenue va limiter les possibilités d'irriguer en saison sèche et risque d'entraîner des conflits entre les usagers de Nambé et les riverains du barrage et de son périmètre aval, pour l'accès à l'eau. L'aménagement du bas-fond en DCN-R peut contribuer à limiter ce problème d'envasement mais aussi l'aggraver si les terres du bas-fond sont perturbées, si les pertuis sont laissés ouverts en début de saison au moment de grandes crues, favorisant la fragilisation des digues, leur rupture et le ravinement. Il faut un système rigoureux de gestion des ouvertures de vannes, et veiller à une végétalisation des berges et au traitement effectif des ravines et déversoirs du bouli très dégradés.

Une autre source de dégradation des terres aux abords des retenues d'eau aménagées est le piétinement des animaux lors de l'accès pour l'abreuvement. Le cheptel des villages est généralement important, l'aménagement complémentaire **d'une aire d'abreuvement** dans les retenues, est à introduire dans les projets.

2.4.2. L'utilisation rationnelle de la diversité des milieux et la prise en compte de l'élevage

La diversité des milieux édaphiques et aquatiques, et les reliquats inter-saisonniers d'eau accessibles aux plantes pérennes, implique l'existence de multiples ressources exploitables. En partant de **la place actuelle essentielle de l'élevage, des fourrages conservés et du grand intérêt de la pêche dans certains bas-fonds**, la contribution du bas-fond à l'approvisionnement fourrager et en protéines animales en contre saison mérite une plus grande attention dans le zonage des terres. Il faut maintenir un accès du bétail à des pâturages frais précoces (repousses d'avril-mai de graminées pérennes), des lieux d'ombrage, et des mares pour l'abreuvement ou pour la pêche. L'élevage notamment bovin, est une activité importante dans la région et dans chaque exploitation, qui devrait être confortée. L'association agriculture-élevage est en effet une composante centrale de l'agroécologie, appelée à jouer un rôle majeur dans l'évolution vers des modèles agricoles plus autonomes et économes en intrants importés, basés sur la traction animale et le recyclage (fumiers et composts).

2.4.3. La pollution des eaux par les pesticides

Les pratiques paysannes actuelles sont aussi porteuses de risques de pollution des eaux aux pesticides et un élargissement des surfaces concernées aggravera leur impact.

En effet à Tiassa, tant chez les femmes que les hommes, il existe actuellement un engouement pour une agriculture à base de pesticides (herbicides, insecticides), peu fertilisée et sans jachère (donc minière et polluante), en substitution à la force de travail raréfiée par l'orpaillage et par l'émancipation des individus, sans égard pour ce qu'il pourrait rester de vie (insectes, reptiles, petits mammifères, poissons, donc leurs prédateurs comme crocodiles et oiseaux,...) dans le bas-fond et le sol, et avec des conséquences certaines sur les zones humides de l'aval. Une autre source majeure de pollution vient des rejets issus de l'orpaillage dans les cours d'eau.

Le lac de Narbagre en aval du projet Nambe a déjà atteint la limite admissible de teneur de pesticides liés au maraichage, selon l'APD. Un projet rizicole de 25ha ne peut donc pas se désintéresser de cette question, sachant l'engouement des riziculteurs pour les herbicides. A Nambe les herbicides sont largement utilisés par les producteurs (maïs, riz) ainsi que les insecticides en saison sèche (cultures maraichères) et en saison pluvieuse (traitement de la chenille légionnaire du maïs). Non seulement ils sont utilisés en quantité, mais il s'agit parfois de produits issus de circuits non homologués, pouvant agir sur l'écosystème humide même à très faible dose (cas de l'herbicide paraquat).

De même au Mali, l'absence de précautions prises par les applicateurs pour leur santé, la gestion des emballages usagés font également l'objet de mauvaises pratiques à corriger (décharge dans des puits abandonnés contaminant les nappes, absence de masques et vêtements de protection).

2.5 Prise en compte des attentes et des savoirs locaux

On retient une relative faible prise en compte des attentes et conseils des populations dans les modèles d'aménagement implémentés. Au Burkina c'est l'intention (rizicole) et le modèle général de rétention (DCN-R) qui priment. Au Mali c'est le petit barrage à niveau réglable et au Niger le « seuil d'épandage ».

Le cas de Tialla au Burkina en est une illustration. Selon la population, qu'il s'agisse de la première initiative d'aménagement (années 1970) ou de la seconde (années 2000), c'est la fragilité des digues (soit non enrochées, soit prévues d'être enrochées mais inachevées, soit modèles de digues économiques expérimentés mais sans réparation après échec de l'expérimentation) face aux crues violentes, mais aussi celles des sols (sujets de longue date au ravinement), qui est l'origine de la dégradation des aménagements. Ils n'auraient jamais été écoutés. En effet, les forts écoulements viennent détériorer les ouvrages, puis les écoulements concentrés par les brèches créent des ravines, dans un sol à argiles gonflantes lui-même fragile et à la structure horizontale de surface fragilisée par les labours attelés ou au tracteur (discontinuité structurale entre le sous-sol et la couche labourée). Les berges du lit mineur déboisées et même exploitées en riz sont dégradées ce qui favorise l'approfondissement du lit.

Jusqu'à nos jours, les paysans continuent de clamer que tant que des initiatives ne traiteraient pas les questions déjà soulevées par les populations (la violence des crues, la fragilité des sols), les initiatives demeureront toujours mal adaptées au contexte de Tialla. Ils demandent le comblement de toutes les ravines avec des moellons, faire quelque chose de dur, suivi d'un bon compactage et planage à l'amont du bas-fonds, traité avec des ouvrages de génie civil. Ils vont même jusqu'à demander la construction d'une retenue d'eau à l'amont pour espérer réduire les débits de pointe et la force érosive des crues.

Au-delà du recueil des avis des paysans (à prendre en compte par exemple sur les risques érosifs, l'importance de traiter les ravines) et de la valorisation de leurs savoirs faire (notamment les variétés locales adaptées et maintenues), il faut aussi faire intervenir des spécialistes de la gestion anti-érosive. Par exemple traiter l'amont du périmètre est certes utile, mais aurait un faible impact en aval, car il s'agit surtout d'érosion régressive, liée à la descente du « niveau de base de l'érosion ». La priorité est donc de relever le niveau de base par des ouvrages de traitement de ravine solides, comme l'APD l'a envisagé, mais sans en préciser les lieux ni les modalités.

2.6 Cohésion sociale et inclusion avec une gestion adaptée du foncier

Les études APD considèrent les usagers actuels du bas-fond comme des exploitants potentiels post-aménagement, qui seront tous en capacité de cultiver leur parcelle. Pour autant il existe une importante diversité au sein des usagers ; deux exploitants maraîchers peuvent par exemple suivre des trajectoires très différentes selon leurs capacités à investir et à innover. La mobilisation des acteurs après réception de l'aménagement dépend de leur capacité à cultiver l'espace (connaissance technique, détention des capitaux humains et financiers nécessaires...). Dans le cadre de l'étude COSTEA, les missions de terrain ont permis de discuter avec les exploitants lors d'entretiens au champ pour mieux comprendre les facteurs de différenciation permettant à certains de pratiquer l'arboriculture ou la production d'espèces maraîchères à forte valeur ajoutée.

Les focus groups ont mis en lumière l'importance d'approfondir l'analyse de la répartition foncière avant aménagement pour distinguer les bénéficiaires selon leur accès au foncier car :

- (1) un accès facilité à l'eau pour des propriétaires qui disposent de parcelles de grande taille leur permettra de se développer davantage alors que l'amélioration de l'accès à l'eau ne suffira pas forcément à faire émerger un producteur disposant d'une parcelle plus petite, ou d'une mise à disposition précaire d'une parcelle confiée par un exploitant propriétaire ;
- (2) les effets de l'aménagement seront différents pour ceux qui disposent de parcelles dans la frange basse du bas-fond qui subira une forte submersion et ceux qui en cultivent en frange haute. Ils seront également différents pour ceux qui ne disposent que d'une parcelle et ceux qui ont un parcellaire diffus et diversifié, leur donnant accès à des potentialités hydro-agronomiques différentes.

Ces inégalités pourraient être atténuées si le projet avait connaissance de chaque catégorie de producteurs et de leur positionnement afin de les cibler avec des appuis spécifiques, et de concevoir une restructuration parcellaire cohérente avec la nouvelle aptitude des terres. Pour autant, une enquête globale sur l'ensemble des

facteurs de production pour l'ensemble des exploitants serait trop lourde pour un processus d'APD contraint par le temps. Les deux missions de terrain réalisées sur chaque site de la présente étude n'ont pas non plus permis d'aboutir à une cartographie foncière. Il ne s'agit pas d'un cadastre, figeant des limites qui restent souvent flexibles au sein du bas fond, mais d'identifier, d'un point de vue spatial, la localisation des droits des familles détentrices, et les espaces mis en valeur, par ces familles, ou au travers de droits délégués. Les investigations menées sur le terrain ont montré que les bénéficiaires connaissent les différentes catégories de producteurs au sein de leurs bas-fonds et que ces réalités peuvent être documentées puis spatialisées par la réalisation de focus groups (atelier de cartographie participative pour délimiter les espaces, les zonages) puis d'entretiens au champ (afin d'affiner la notion de mise en valeur individuelle).

Au-delà d'une connaissance des usagers, et de leurs potentiels, les APD devraient pouvoir reposer sur une meilleure connaissance des interventions passées, et de leurs impacts, notamment dans le cas de réhabilitation. La prise en compte des enjeux fonciers est souvent limitée, ou non capitalisée par les projets. Les nouvelles interventions qui ne prennent pas en charge les enjeux fonciers risquent de faire perdurer, ou de reproduire un conflit. Dans le cas de Tialla, le diagnostic a révélé qu'en décidant de ne pas s'impliquer dans le volet foncier, le PARIIS occulte des aspects importants qui risquent de constituer des points de faiblesse dans la réhabilitation de l'aménagement et sa durabilité.

2.7 Appropriation collective de l'aménagement par une organisation des usagers

Aujourd'hui, les sites concernés par les projets d'aménagement disposent tous de coopératives ou au moins d'associations villageoises, voire de comités de suivi ou de gestion dans certains cas comme observé à Founkoye (Niger). La création de ces entités peut avoir différentes origines :

- (i) une dynamique nationale, éventuellement appuyée sur des règlements régionaux (OHADA) définissant les formes souhaitées pour appuyer une nouvelle stratégie d'organisation du monde rural ;
- (ii) une réponse à l'incitation d'un projet qui a conditionné son action à la création de ces formes d'organisation collectives, parfois en réactivant des groupements antérieurs sans changer leur gouvernance (cas de Tialla) ;
- (iii) (plus rarement) des initiatives internes des populations des villages liées au désir de travailler ensemble pour un projet commun ;

Il serait donc erroné de penser agir en terrain vierge. Les formes d'organisations collectives sont assez bien décrites dans certains documents d'APD. A Founkoye (Niger) par exemple, les noms des coopératives et unions sont indiqués, ainsi que l'existence de trois comités d'usagers de l'eau de la vallée (CUE) au sein desquels « *les maraichers représentent 33% des délégués, les ménagères 25%, les éleveurs 17% et les restants des familles représentent 25%* ».

D'après les entretiens semi-directifs menés avec les représentants de ces organisations, il apparaît qu'au-delà de la description sommaire, une attention devrait être portée à leur historique et aux activités accomplies depuis leur création pour (i) préciser si elles sont bel et bien toujours fonctionnelles ; (ii) analyser si cela aurait pu créer des tensions entre acteurs (i.e. enjeux de représentativité) à même d'expliquer des tensions latentes au moment de l'aménagement ; (iii) définir si elles sont en capacité de gérer l'aménagement et l'espace cultivé.

Dans le cadre d'un aménagement de bas-fond, l'enjeu est de déterminer si les coopératives, associations ou comités pourront gérer durablement les ouvrages. En effet, soit les projets identifient les coopératives ou associations existantes et font l'hypothèse qu'elles pourront les gérer, soit ils créent des structures ad hoc de

type comité qui sera en charge de la gestion de la future infrastructure. Or, les études menées sur les sites du Mali, Burkina et Niger montrent qu'une réflexion plus profonde est à mener pour s'en assurer.

La gestion d'un aménagement hydro-agricole est complexe et inclut par exemple :

- la prévision et le suivi des emblavures pour chaque campagne dans le cas d'achat collectif d'intrants par exemple ;
- la mise à jour de la liste des exploitants du bas-fond ;
- le contrôle du niveau du plan d'eau par l'ouverture/fermeture des ouvrages de régulation ;
- la gestion des conflits entre usagers du foncier et des ressources en eau ;
- la collecte ou la recherche auprès des appuis officiels, des fonds et techniciens nécessaires à l'entretien courant et exceptionnel de l'aménagement (ou dans certains cas l'organisation d'une contribution au moins partielle en travail) ;
- la remontée et le partage d'informations.

Certaines de ces activités sont menées par/en collaboration avec les services techniques locaux. Toutefois, les ressources parfois limitées de ces services imposent aux organisations de producteurs d'être en capacité de se saisir de ces fonctions. La structuration de mécanismes de pérennisation d'appuis techniques et financiers pour la maintenance de l'aménagement de bas-fonds doit pouvoir être pensé dès la conception des programmes d'aménagement.

Partie 3. Nouvelles méthodes et outils opérationnels proposés pour les APD

3.1 Introduction

Les études de base actuelles des APD mettent en œuvre des démarches d'ingénierie GR classiques pour adapter au site et dimensionner un modèle d'ouvrage hydraulique prédéfini, basé sur l'expérience du pays. Pour une large gamme de situations, le modèle d'ouvrage est censé répondre aux attentes d'amélioration des conditions hydriques du bas-fond exprimées par les bénéficiaires pour satisfaire des usages (irrigation des cultures, abreuvement du bétail, pêche...). Ce postulat conduit à faire de **l'agriculture et de l'environnement les parents pauvres des études de base, et les acteurs locaux des « bénéficiaires » plus que des participants porteurs de savoir-faire**, alors qu'il s'agit de composantes fondamentales pour identifier et évaluer le scénario « sans » aménagement » et concevoir un aménagement mieux intégré donc un scénario « avec aménagement » intégrant plus d'enjeux que la seule production. Actuellement l'aménagement est identifié sans objectif environnemental ni social explicite, et le mode de mise en valeur lui-même est implicite. Les savoir-faire locaux sont peu sollicités.

Nous proposons donc d'introduire dans les APD deux nouveaux thèmes de base, et d'élargir les études de base existantes en hydrologie-hydraulique et socio-économie à une approche plus transversale pour traiter leur interface avec le scénario d'aménagement. Nous ne reviendrons pas ici sur les études de base topographiques, pédologiques, géotechniques, tout à fait indispensables et dont les méthodes sont bien rodées, à condition qu'elles soient menées à leur terme (analyse de sols notamment, et profils topographiques dérivés des cartes). Ajouter des thèmes ne signifie pas forcément augmenter significativement les coûts d'étude. Il s'agit plutôt d'un équilibrage et d'une meilleure organisation (notamment que la baseline environnementale de la NIES soit faite en même temps que la topographie). On peut néanmoins déjà proposer que les expertises les plus coûteuses comme la topographie soient limitées à l'indispensable (à Nambe, 70 ha topographiés pour 20 ha aménagés).

Les nouveaux thèmes à introduire dans le diagnostic pré-aménagement sont les suivants :

- Une **baseline agri-socio-environnementale** spatialisée du site, pour caractériser son contexte à plusieurs échelles, écosystèmes, ressources et usages en traitant notamment des variations spatio-temporelles du milieu (différenciations des franges du bas-fond et saisonnalité du régime de l'eau et des activités) ;
- Une étude **agri-environnementale** (à la fois agronomique et écologique) pour approfondir l'évolution des écosystèmes et de leurs ressources (terres, eaux, bois, biodiversité), services écosystémiques (approvisionnement, régulations, valeurs culturelles, habitats), leurs formes de dégradation, les ressources agricoles (terres et eaux, pâturages et bois), les pratiques culturales et leurs performances biologiques, économiques et écologiques. Cette baseline sert de témoin aux scénarios de mise en valeur après aménagement : services écosystémiques conservés ou réhabilités, nouvelles pratiques répondant aux attentes et sélectionnées dans un esprit d'intensification, de restauration des dégradations, et d'écologisation (adaptation au milieu, fertilité, diversité, faible impact).

Les thèmes **d'hydrologie et socio-économie** déjà présents dans les APD sont à enrichir pour mieux les relier à l'évaluation des scénarii de mise en valeur. L'étude hydrologique ne doit pas se limiter aux calculs de la crue de projet et des apports annuels.

- Pour l'**hydrologie-hydraulique**, il s'agit d'une part d'approfondir les objectifs à viser pour la sécurisation des besoins en eau des cultures et les formes de maîtrise de l'eau envisageables ; cela passe par une analyse agro-climatique des risques hydriques consistante, et une prise en compte des eaux souterraines. D'autre part, des scénarios de fonctionnement des ouvrages projetés doivent être étudiés pour anticiper le changement de régime hydrique donc d'aptitude des terres (avec réalisation d'un zonage) et pour concevoir une gestion des ouvrages de régulation. L'évaluation des fonctionnalités des ouvrages anciens, leurs facteurs de dégradation et les implications pour la conception de nouveaux ouvrages méritent également une plus grande attention.
- En **socio-économie**, les compléments à apporter concernent les règles et droits actuels d'accès et d'usages du bas-fond par les populations (la dimension foncière est essentielle dans ce thème), en lien notamment avec les enjeux sociaux de partage des ressources et d'inclusion ; les organisations susceptibles de gérer l'aménagement ; les enjeux économiques (travail, investissements, revenus) perçus des cultures et autres ressources tirées du bas-fond pour évaluer la place du bas-fond au sein des systèmes d'activités locaux à l'échelle individuelle (par genre), par exploitation familiale et par groupe de producteurs ; les filières de valorisation des produits et d'approvisionnements en intrants.

Enfin quelques principes pour la conduite des diagnostics sont recommandés :

- mieux solliciter une participation active mais aussi mieux la prendre en compte ;
- suivre avec attention la mise en œuvre du projet en vue de corrections à apporter selon une approche itérative. Il est en effet impossible de tout prévoir au stade APD ;
- l'étude d'impact NIES reste évidemment nécessaire (notamment en matière juridique et de production d'un plan de sauvegarde sociale et environnementale) une fois les scénarios d'aménagement et de mise en valeur de l'APD « **intégrant des objectifs sociaux et environnementaux** » définis.

3.2 Baseline agri-socio-environnementale spatialisée : contexte, milieux, ressources et usages du bas-fond

Il existe peu d'information et encore moins de représentations cartographiques dans les mémoires techniques APD et NIES sur l'interaction actuelle entre sociétés, usages et ressources, tant dans l'espace (cartes de contextes, cartes d'usages, cartes de structures foncières) que dans le temps (histoire des usages et des aménagements, calendriers d'usages des différentes unités de paysage, pratiques liées aux activités productives). Et pourtant c'est bien en partant de ces usages de ressources, distribuées dans l'espace et le temps (« baseline agri-socio-environnementale ») que l'on peut connaître et évaluer ce que l'on gagnera et ce que l'on perdra (et qui) à aménager l'espace de telle ou telle façon.

Cette analyse intégrée des ressources et des usages du bas-fond s'appuie principalement sur une cartographie à la fois experte et participative du site et de ces abords. L'analyse spatiale multiscalair et multi-dates est le moyen le plus simple pour intégrer différentes « couches » d'informations et donner à voir des liens (de proximité, de correspondance de couches, d'évolution des surfaces relatives, entre milieux et activités). La mise en œuvre comprend (i) une phase d'analyse préalable sur données disponibles : images satellite *Google Earth*, bases cartographiques existantes, (ii) une phase de terrain avec des focus group, observations sur transects et « tours de plaine ».

3.2.1. Pré-analyse sur données spatiales disponibles

3.2.1.1 Acquisition des données spatiales

- l'analyse débute par une mise en contexte qui peut s'appuyer sur un jeu de données de satellite d'observation accessibles à tous, *Google Earth*, dont la haute résolution spatiale permet tous les grossissements. La profondeur de temps de cette base de données ne fait qu'augmenter, les dernières images sont généralement très récentes, des analyses saisonnières sont aussi possibles. Bien souvent une dizaine d'images de bonne qualité sont disponibles sur une vingtaine d'années, à des saisons variées. Une analyse historique est aussi possible en recourant aux photos aériennes des Instituts Géographiques Nationaux au 1/50 000 ou mieux au 1/25 000 depuis 1950⁸. Il existe aussi des bases de données d'occupation du sol comme la BDOT, ou le MNT-SRTM, la base des sols *Bunasols* au Burkina, pouvant servir à l'analyse du bassin-versant (traçage des crêtes et des axes de drainage, superficie, paramètres d'occupation, indices de perméabilité) ;
- la zone d'intensification pressentie à aménager est souvent la seule carte de l'APD réduite à ses caractères physiques (arbres, topographie, grandes ravines). Cette analyse complétée par les photo-interprétations d'images d'archives au 1/25000 ou actuelles (*Google-earth*, *Bing*) à haute résolution spatiale permettra d'apporter un nouveau regard à la fois écologique (ripisylves, mares, érosion, sédimentations, formations herbacées pérennes) et agronomique (aménagements préexistants, usages, parcelles et systèmes de culture, zones de prélèvement de fourrage). Sur un plan social, les parcelles existantes donnent à voir les différents systèmes d'exploitation (grandes parcelles, microparcelles de femmes, enclosures). Les agglomérations et campements les plus proches montrent les populations a priori concernées.

3.2.1.2 Traitement des données spatiales

En jouant sur les années et les saisons des images, on peut facilement interpréter l'occupation et sa dynamique et produire avec un logiciel gratuit de SIG (par exemple *Q-gis*) un mini-SIG qui permettra de générer plusieurs types de cartes servant à la baseline agri-socio-environnementale à toutes échelles :

- la mise en contexte régionale (à une échelle communale ou du bassin versant), pour saisir les atouts et contraintes, la délimitation et occupation du bassin versant ;
- la mise en contexte locale (le bas-fond dans son terroir villageois), pour saisir l'importance de cette facette de paysage dans le domaine d'activités ;
- les milieux et écosystèmes, et notamment les franges du bas-fond selon leur niveau d'inondation ;
- les ressources en terres et leur fertilité ;
- l'occupation pérenne des sols et l'usage saisonnier du bas-fond (carte de saison sèche, de saison humide), au-delà de la zone pressentie à intensifier (voire sur le segment villageois du bas-fond), pour comprendre d'une part certains aspects du régime de l'eau (zones érodées, zones de sédimentation, eaux permanentes, temporaires, zones à humidité persistante), d'autre part les enjeux environnementaux (zones humides semi-naturelles, ripisylves) et productifs (zones d'agriculture diversifiée, zones spécialisées, passages pastoraux, lieux de pêche...).

3.2.2. Acquisition de données de terrain

S'agissant de mener une « co-expertise » avec les bénéficiaires, le terrain commence par une assemblée villageoise où les attendus de l'expertise sont exprimés et des informations sur l'historique d'occupation du bas-fond et les attentes paysannes recueillies.

⁸ La mission COSTEA a notamment fait une acquisition auprès de l'Institut Géographique du Burkina (IGB) au tarif de 5000 FCFA par photo aérienne.

La pré-analyse spatiale de bureau jointe aux données de la bibliographie permet de produire des cartes-croquis de reconnaissance pour la phase terrain, repérer des « unités paysagères » à enquêter plus en détail, choisir les zones où exécuter des transects et tours de plaine participatifs et soulever des problématiques à traiter dans les entretiens individuels et collectifs.

Par unité paysagère, on entend un espace qui présente a priori une homogénéité physiologique (relief, sol, régime d'eau à priori, types et patron de végétation), mais aussi d'activités et de types d'acteurs concernés (du « propriétaire » aux divers usagers agriculteurs, éleveurs, pêcheurs, collecteurs de fourrages). C'est donc une notion intégratrice, qui ne doit pas être inutilement multipliée. Trois à cinq unités devraient suffire à prospecter collectivement les principales thématiques et comprendre les grandes problématiques et enjeux de l'aménagement.

La saison sèche est idéale pour explorer une première fois cet espace : rien n'entrave le déplacement ni la vision, les gens sont plus disponibles, le maraichage est en cours, et de nombreux témoignages (résidus de récolte, micro-modelés, etc.) persistent pour caractériser l'état antérieur.

Le jour de l'assemblée villageoise, on peut commencer un transect pour en montrer le principe aux autorités du terroir, et le poursuivre le jour suivant avec les acteurs les plus motivés pour partager leur expérience. Ce transect ou « tour de plaine » est un « itinéraire à pied jalonné d'arrêts » (Sebillotte, 1978). Les arrêts numérotés et géoréférencés (Points GPS, qui peuvent être pris à partir d'une application gratuite de smartphone comme *GPS status*) visent à documenter et observer des « unités de paysage » prédéfinies, ou des aménagements pré-existants, enregistrer ces observations méthodiquement au moyen d'outils qui sont des fiches d'observation (exemple en annexe), et qui faciliteront la rédaction des rapports.

La synthèse comprend une présentation des éléments structurants du paysage et un zonage du milieu avec un diagnostic préliminaire des atouts (potentialités) et contraintes (facteurs limitants) des diverses unités. Pour un bas-fond, où le régime de l'eau, la topographie et la nature des sols constituent les premiers facteurs structurants, on distingue généralement (i) le lit mineur (variable selon le degré d'incision), (ii) le lit majeur correspondant à la zone d'extension maximale de l'inondation annuelle (avec des franges basses fortement et fréquemment inondées et franges hautes rarement inondées) et (iii) la zone de raccordement au bas de versant, où s'observent souvent des sourcins et zones érodées. Des usages spécifiques sont généralement associés à ces diverses unités (riziculture à cycle long en frange basse, riziculture à cycle court type pluvial en frange haute, maraichage en bas de versant). (Exemple de fiches en annexe 1)

3.2.3 Illustration des apports de l'analyse spatiale sur le site de Nambé, Burkina Faso

La Figure 1 présente la cartographie réalisée aux différentes échelles pour la mise en contexte et caractérisation du bas-fond de Nambe. Elle illustre les trois principes méthodologiques retenus pour assurer une bonne mise en contexte du projet :

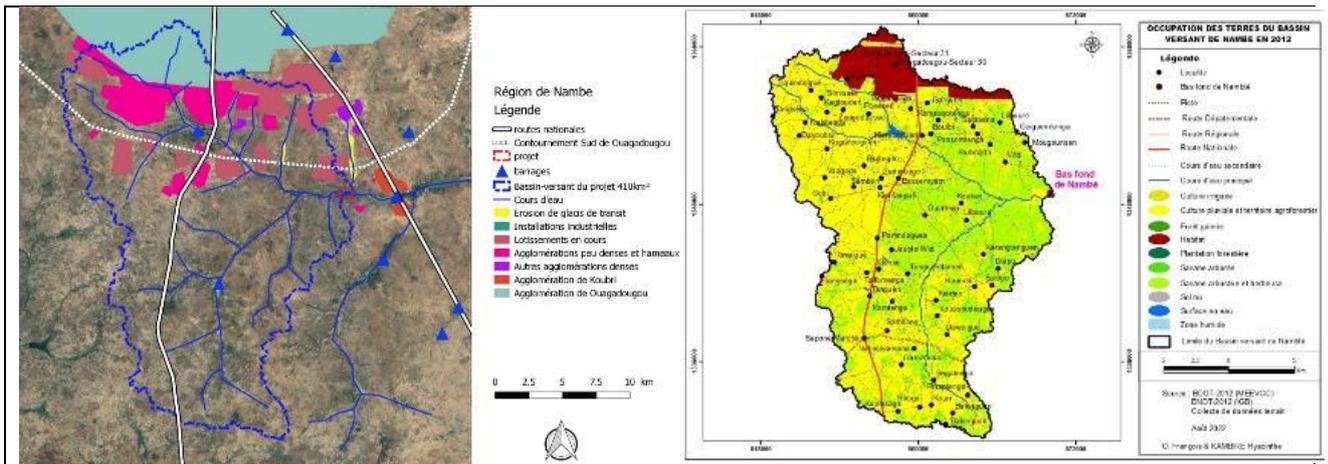
- une approche multiscalaire servant à bien définir les contextes physiques (bassin versant) géographiques et économiques, les grandes contraintes et opportunités et lancer des hypothèses ;
- étendre les analyses sur les marges, à commencer par le bassin versant, et dans le temps (passé, prospective) ;
- explorer le terrain par « unités de paysage », plus détaillées et plus intégratrices que les seuls sols, par des transects et « tours de plaines » accompagnés.

La carte de Nambe dans sa région (Figure 1a) montre la relation de ce bas-fond avec d'autres espaces-ressources (bassin versant, lacs amont et aval, domaines péri-urbains en devenir, voies de communication, marchés périurbains de transit, marchés finaux urbains). Elle signale la forte dynamique d'urbanisation et donc

des atouts pour le marché maraîcher mais aussi en riz de qualité (production locale, filières artisanales ou agro-écologiques, riz « parfumé ») et en besoins récréatifs des citoyens.

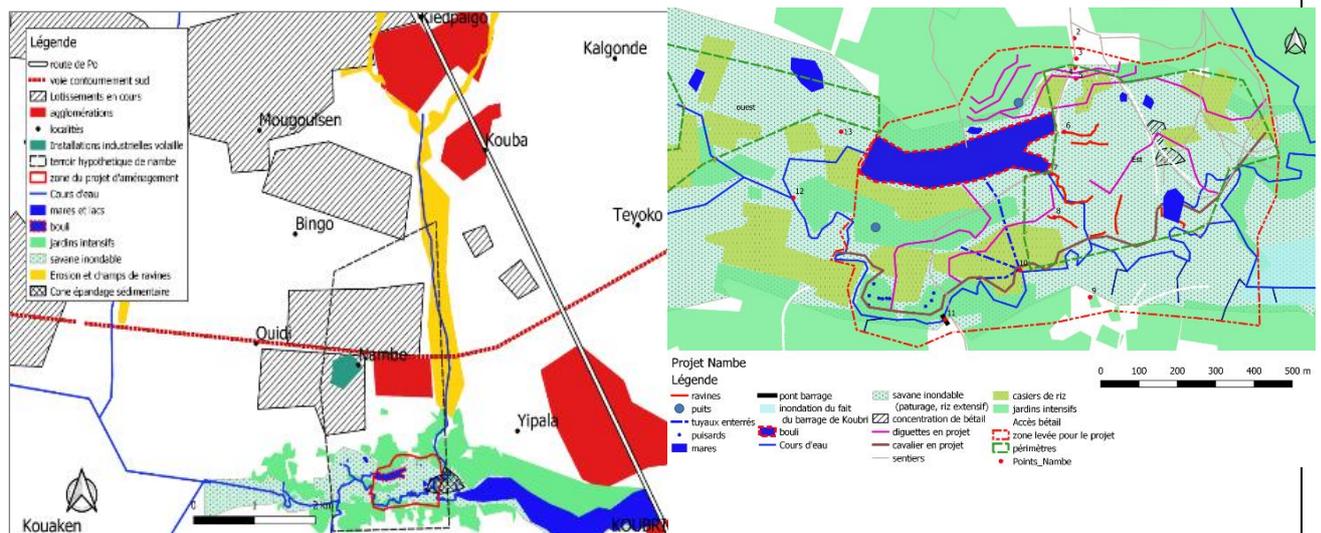
Le bassin versant très étendu (400km²) est en partie urbain (Figure 1b). La partie aval est la moins associée à des milieux cultivés ou urbains, et deux barrages se situent en amont, ce qui peut augurer de moindres crues précoces pendant les phases de remplissage.

La carte communale et de terroir (Figure 1c) montre des sources d'érosion et de sédimentations sur un affluent aval (burrelet sableux occasionnant une réduction de drainage, donc accroissement des hauteurs de crues, nécessitant des semis précoces de variétés hautes), des lotissements en cours (dynamique de privatisation de terres, de périurbanisation), des nouvelles voies de communication (contournement de Ouagadougou) promettant de nouvelles activités économiques mais aussi une forte pression de privatisation des terres agricoles, et donc l'importance d'un enjeu de sécurisation d'un projet communautaire. Des poulaillers industriels installés à Nambe produisent de grandes quantités de sous-produits (fientes) valorisés pour le maraîchage.



a : Nambé dans sa région en relation avec d'autres espaces-ressources (bassin versant, lacs amont et aval, domaines péri-urbains en devenir, voies de communication, marchés (photo-interprétation image Google earth))

b : Le bassin versant de Nambé et son état d'occupation (source BDOT)



c : Nambé dans sa commune et son terroir : Milieux aquatiques aval, sources d'érosion et de sédimentations, lotissements en cours (dynamique de privatisation de terres, de périurbanisation), nouvelles voies de communication (contournement de Ouagadougou) promettant de nouvelles activités économiques (source : Google Earth)

d : Zone de projet (tiret rouge), replacé dans l'ensemble du bas-fond du village. Activités rizicoles et maraichères, zones de parcours (fauche, pâturage, ripisylves), aménagements hydrauliques pré-existants (bouli, mares, pont-barrages, réseaux d'irrigation enterrés, système de pompage dans le lac aval) et aménagements projetés (source : Google earth et Bing Maps)

Figure 1 : Analyse spatiale du territoire de projet et de son contexte : cas de Nambé

La carte de la facette « bas-fond » (Figure 1d) replace la zone de projet dans l'ensemble du bas-fond du village. Elle met en évidence des activités rizicoles et maraichères, de zones de parcours (fauche, pâturage, ripisylves), des aménagements hydrauliques pré-existants (bouli, mares, pont-barrages, canaux d'accès à l'eau, réseaux d'irrigation enterrés, système de pompage) et les aménagements projetés.

3.3 Analyse agro-climatique

3.3.1 Principes d'analyse : risques hydriques pour les cultures, capacité d'atténuation par les ouvrages et calage des cycles

Les aménagements de bas-fonds visent à atténuer les risques hydriques pour les cultures, sécheresse ou submersion, à étendre la zone cultivable en apportant un début de maîtrise des écoulements, généralement très partielle, et une amélioration du régime de l'eau. La connaissance des besoins en eau des cultures et du degré de satisfaction de ces besoins par la pluviométrie, ou accessoirement par les remontées des nappes, apparaît donc comme un préalable à la conception de tout aménagement. Elle doit permettre de définir des objectifs de sécurisation hydrique à atteindre, donc les fonctionnalités attendues des ouvrages.

L'analyse agro-climatique comprend deux étapes : (i) une caractérisation du climat et des saisons de culture ; (ii) une spécification des contraintes hydriques pour la culture compte tenu du calage de son cycle, et de sa position topographique dans le bas-fond (niveau d'inondation)

La première étape nécessite deux séries de données au pas de temps décadaire : une série de pluies décadaires P_{dec} sur les vingt dernières années ; une série d'évapotranspiration potentielles ETP_{dec} sur les deux ou trois dernières années.

Pour la seconde étape, il convient de collecter des informations in situ sur les cycles de cultures habituellement pratiqués (date de semis et de récolte), la durée des écoulements et le zonage du bas-fond selon la durée d'humidité des sols après la saison des pluies. Enfin les coefficients culturaux tirés de la littérature pour calculer des ETM.

- **Le climat local et les saisons de culture**

L'analyse débute par une approche de la pluviométrie annuelle dont on cherche à déterminer la variabilité inter-annuelle et l'existence éventuelle d'une tendance, comme manifestation du changement climatique. Les populations perçoivent souvent le changement climatique comme une dégradation de la pluviométrie mais cette perception peut être biaisée par le souvenir d'un évènement récent marquant, aussi est-il intéressant de confronter ces points de vue avec des données objectives sur le long terme.

Une analyse fréquentielle est à mener sur une série de Précipitations annuelles P_{an} suffisamment longue, au moins une vingtaine d'années. Les valeurs recherchées sont la Pluie médiane de fréquence de dépassement 1 année sur 2, donc considérée comme l'année « normale », les Pluies quinquennales sèches (de fréquence de dépassement 4/5) et quinquennale humide (fréquence 1/5). Pour calculer cette fréquence de dépassement, il est préférable de procéder à un ajustement de la série par une loi normale.

Les données décadaires sont à mobiliser pour dresser un bilan climatique $P_{dec} - ETP_{dec}$, ce pas de temps décadaire est nécessaire pour aborder la saisonnalité. Comme pour les pluies annuelles, on procède à une analyse fréquentielle pour identifier les pluies décadaires médiane, quinquennale sèche et quinquennale humide. L'amplitude entre ces deux dernières donne une idée de la variabilité interannuelle des pluies. On applique la méthode de Franquin (1973) pour délimiter les saisons comme suit :

Bilan climatique décadaire	$P_{dec} < ETP_{dec}/2$	$ETP_{dec}/2 \leq P_{dec} < ETP_{dec}$	$ETP_{dec} \leq P_{dec}$
saison	sèche	pré ou post humide	Humide

Le croisement des courbes de P_{dec} et ETP_{dec} sur un bilan graphique permet de repérer aisément ces saisons (cf. figure 9).

Les risques de poches de sécheresse apparaissent en examinant les décades où la pluviométrie de quinquennale sèche devient inférieure à $ETP/2$ en phase de levée ou à ETP en phase développement végétatif. Cela signifie qu'un risque de déficit hydrique décadaire est toléré une année sur cinq. Toutefois ce risque est à relativiser dans le cas des bas-fonds car le sol peut jouer un rôle tampon et à partir du milieu de la saison humide, les écoulements (crues et écoulement de base) et remontée de nappe peuvent suffire aux besoins de la plante.

- **Les contraintes hydriques et le calage du cycle pour la riziculture**

Au-delà de l' ETP , les besoins en eau des cultures sont à prendre en compte à partir de la formule classique de l'Évapotranspiration maximale avec le coefficient cultural par phase phénologique, soit $ETM = ETP \cdot Kc$

Dans le cas de la riziculture essentiellement pratiquée en saison humide, l'analyse agro-climatique doit montrer la contribution possible des pluies à la satisfaction des besoins, les périodes à risque de déficit, les compléments à apporter par la mobilisation des écoulements ou de la nappe, et ses implications à la fois sur le type d'ouvrage approprié par zone d'aptitude, mais aussi sur le calage du cycle cultural.

Le riz de bas-fond démarre son cycle en conditions pluviales. Ce type de riz présente une tolérance à une forte humidité et aux faibles inondations, mais est sensible à la sécheresse. Or le cycle de développement du riz est caractérisé par une phase critique (phase reproductive de l'initiation paniculaire à la floraison) durant laquelle le manque d'eau compromet systématiquement la récolte. Le calage des besoins en eau pour la riziculture de bas-fond peut alors être fait en comparant les apports pluviométriques au cours des différentes phases phénologiques, aux besoins en eau de la culture. Cette comparaison est à réaliser pour différentes dates de semis et longueurs de cycle cultural. Une analyse interannuelle des apports pluviométriques au cours des différentes phases permet de déterminer la fréquence avec laquelle ces apports sont supérieurs aux besoins.

Cette approche fréquentielle n'est toutefois à considérer que comme un indicateur simplifié de diagnostic des potentialités (conditions nécessaires) dans la mesure où il gomme la distribution pluviométrique, la prise en compte des pluies excédentaires, les reports d'une décade à la suivante (stockage d'eau dans le sol utilisable par la plante) et la contribution éventuelle des nappes, facteurs qui nécessiteraient le recours à une estimation des termes du bilan hydrique, approche trop lourde pour une APD.

L'approche bilan climatique présente l'intérêt d'être relativement simple à mettre en œuvre et d'apporter une information clé sur les décades favorables au semis (décades où la fréquence d'une pluviométrie supérieure aux besoins est forte). En revanche ses enseignements sont à interpréter avec prudence pour la fin du cycle du riz après l'arrêt de la saison humide. En effet les bas-fonds sont des milieux humides qui peuvent bénéficier en certains lieux d'une alimentation en eau de subsurface pendant plusieurs décades en début de saison sèche, comme le montre la figure 2.

Le diagnostic de terrain sur le régime de l'eau du bas-fond est alors un complément indispensable au bilan climatique. Il doit valoriser les connaissances locales sur la durée des écoulements, la profondeur de la nappe, la tolérance à une récolte tardive du riz sans dessèchement de la plante. La figure 2 montre l'hydrologie (Pluies et niveau de nappe) d'un bas-fond du Sud-Ouest du Burkina ; ce régime particulier est marqué par la permanence d'une nappe proche de la surface du sol après l'arrêt des pluies qui est favorable à des variétés de riz de cycle long de grande taille résistantes à l'inondation, récoltables en novembre, plus d'un mois après la fin des pluies. Naturellement, toutes les parties d'un bas-fond ne disposent pas de cette possibilité et les paysans connaissent généralement les zones où une récolte tardive est possible.

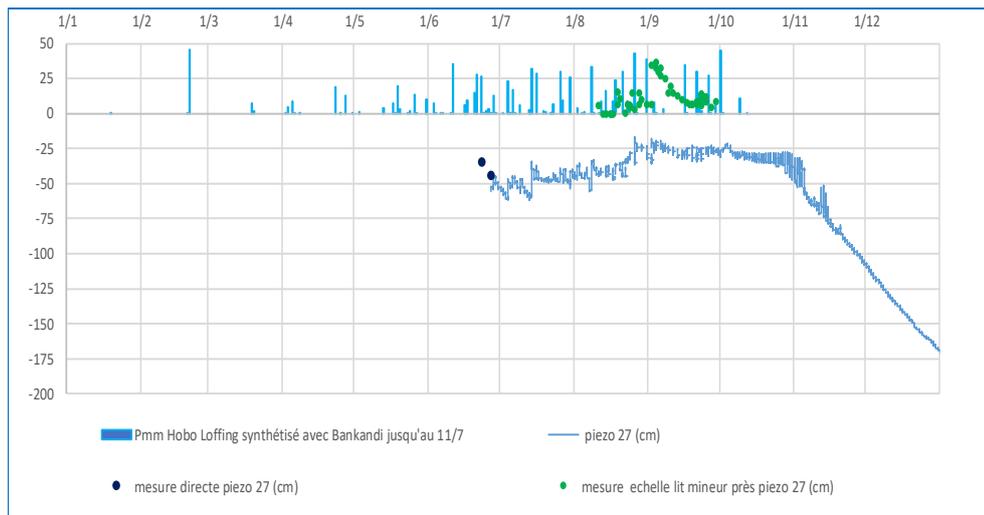


Figure 2 : Décalage temporel entre les différentes sources d'eau pour la riziculture : cas d'un bas-fond du loba (Sud-Ouest du Burkina Faso)

Bas -fond non aménagé de Lofing-Zangoli proche d'un lit mineur : pluies d'avril à fin septembre (accompagnées parfois de crues), inondation permanente en aout et septembre, mise en place d'une nappe peu profonde d'arrière-saison de septembre à début novembre (source Serpantié et al, non pub.)

Le diagnostic de terrain à associer à l'analyse des données climatiques doit aussi permettre d'identifier les contraintes et les opportunités liées à l'eau et les éventuelles interactions entre activités (riziculture, maraichage, pêche, abreuvement). La présence d'une inondation en aout-septembre et d'une nappe souterraine superficielle crée une longue période de saturation qui est à la fois une source d'asphyxie du sol et de remobilisation de fer sous forme réduite, toxique pour les plantes, mais aussi une opportunité en produisant par endroit une « arrière-saison humide » en octobre, propice, au-delà du riz tardif, à l'exhaure d'eau pour le maraichage à partir de puisards peu profonds. La reconnaissance de zones de stockage ou circulation temporaire (mares, marigots, « boulis », canaux de drainage, lacs en aval ou en amont) est aussi à prendre en compte pour des opportunités d'irrigation de complément.

3.3.2 Illustration de l'analyse agro-climatique appliquée au cas de Senou, Mali

3.3.2.1 Données pluviométriques utilisées pour caractériser les conditions hydro-climatiques de Senou

Le site de Senou (Long 12°5 N, Lat 6°94 E) est situé entre deux stations météo (Dioila à 43 Km au Nord et Bougouni à 98 Km au Sud). On constate que le gradient pluviométrique est particulièrement élevé sur le transect entre ces deux stations, la pluviométrie interannuelle croissant en moyenne de 2,0 mm par Km (Dioila 835 mm/an et Bougouni 1117 mm/an). Cela implique que prendre la seule station la plus proche, celle de Dioila, comme station climatique de référence ainsi que l'a fait l'APD, conduit à une sous-estimation de la pluviométrie sur le site de Senou.

Il est suggéré comme solution alternative pour améliorer l'analyse climatique :

- d'extraire les données pluviométriques décennales correspondant à Senou de la base de données FAO/WaPOR (période 2009 -2021) -cf Figure 3 ;
- d'utiliser les sources disponibles dans la bibliographie. On a trouvé ici des cartes isohyètes établies sur la période 1963-2000 pour le bassin versant du Bani, notamment pour déterminer la pluie journalière décennale (96 mm) de Senou -cf Figure 4.

On remarque que la pluviométrie moyenne annuelle de Senou déterminée à partir de la carte des isohyètes (915 mm) n'est pas statistiquement différente de celle calculée à partir des données WaPOR (976 mm) compte tenu de la taille de série (13 ans) : t théorique (0,05 ; 12) = 2,178 > t calculé = 1,786.

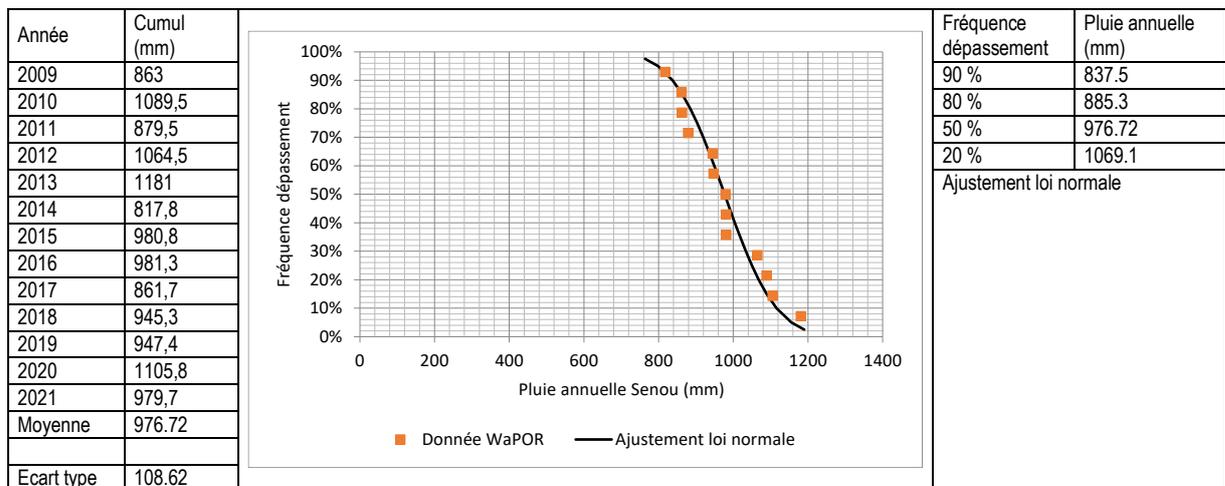


Figure 3 Pluviométrie annuelle de Senou extraite de la base de données WaPOR

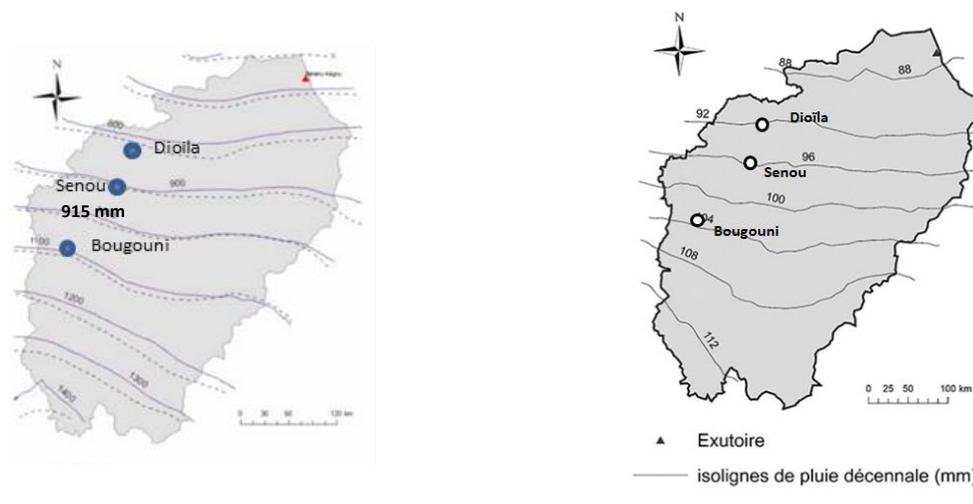


Figure 4 Carte des isohyètes de la pluie annuelle moyenne et de la pluie décennale journalière (source: Roudier 2008)

3.3.2.2 Analyse du régime pluviométrique

- Pluviométrie annuelle

La figure 5 illustre la pluviométrie annuelle à Senou d'après les données WaPOR 2009-2021 utilisées. Les cumuls annuels varient d'un minimum de 818 mm en 2014 à un maximum de 1181 mm en 2013. La moyenne interannuelle sur la période est 977 mm, tandis que les années quinquennales humides et sèches sont respectivement à 1069 mm et 885 mm (cf Figure 2). Au cours de ces 13 dernières années aucune tendance à la hausse ou à la baisse de la pluviométrie annuelle n'est perceptible (test de tendance de Mann-Kendall non significatif - cf figure 4).

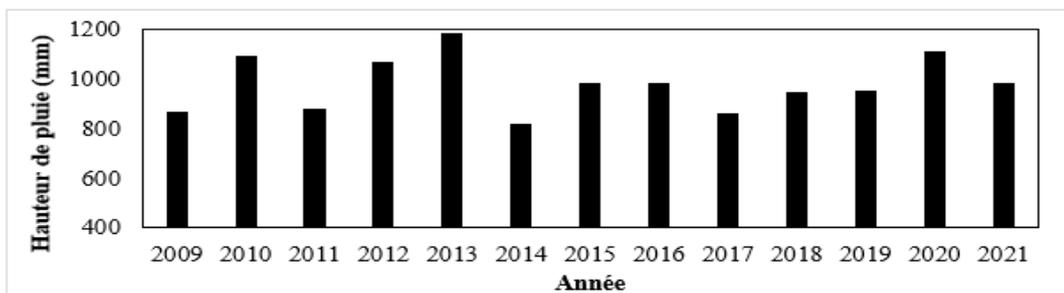


Figure 5 Evolution du cumul de pluviométrie annuelle à Senou : données WaPOR/FAO

Bien que la série soit ici un peu trop courte pour saisir une tendance (lié à la disponibilité des données WaPOR), il convient de souligner l'intérêt de compléter l'analyse avec un calcul de l'indice standardisé de précipitation annuelle (IPS) pour évaluer la régularité du climat. La figure 6 montre une plus forte variabilité des pluies annuelles entre 2009-2015 qu'au cours de 7 dernières années : 2 années humides avec $IPS > 1$; 2 années sèches $IPS < -1$ entre 2009 et 2015, 1 année humide avec $IPS > 1$; 1 année sèche $IPS < -1$ entre 2015 et 2021.

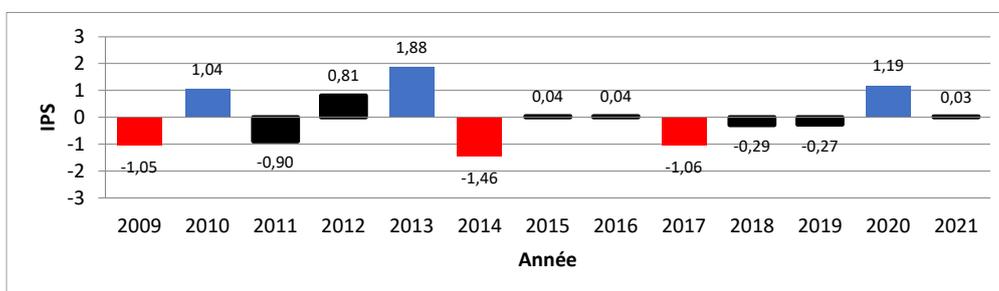


Figure 6 Evolution de l'indice standardisé de précipitation annuelle - Sénou 2009- 2021

- Pluviométrie mensuelle

La figure 7 illustre la distribution mensuelle des pluies :

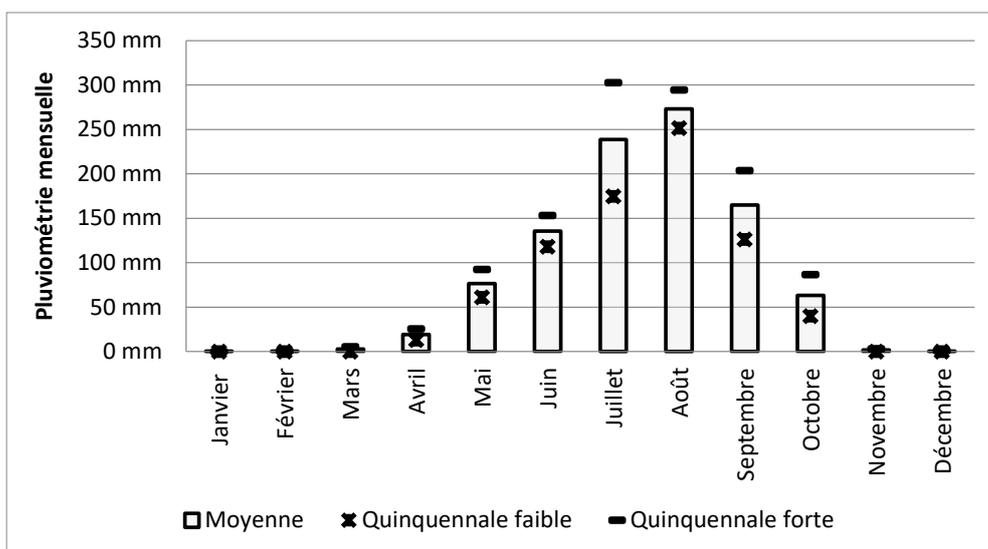


Figure 7 Pluviométrie mensuelle Senou 2009-2021 données WaPOR

Sous réserve des limites dues au nombre limité de données (13 années), la figure 7 montre une forte variabilité de la pluviométrie en Juillet et dans une moindre mesure Septembre.

Les pluviométries moyennes au cours des mois Mai-Juin, Juillet-Aout, Septembre-Octobre représentent respectivement 22%, 52% et 23% de la pluviométrie annuelle.

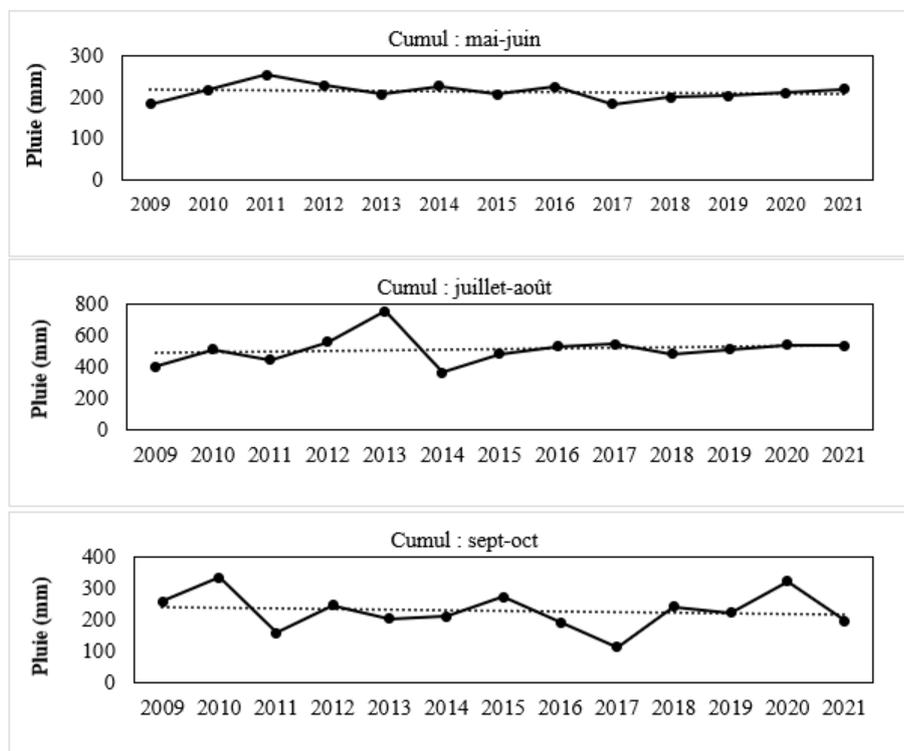


Figure 8 Evolution du cumul pluviométrique saisonnier (Mai-Juin; Juillet-Août; Septembre-Octobre) à Senou

Comme illustré par la figure 8, la variabilité interannuelle de ces cumuls saisonniers n'indique pas de tendance significative entre 2009 et 2021. Les conditions pluviométriques pour les campagnes de culture ne semblent donc pas s'être significativement dégradées au cours des dernières années. Mais dans d'autres régions, des tendances peuvent exister, ce qui oblige à mener une analyse tendancielle ou distinguer des phases climatiques stationnaires.

3.3.2.3 Bilan climatique

Le bilan climatique est établi par la méthode de Franquin (1973) qui permet de délimiter les périodes pré-humide, humide et post humide par l'intersection des courbes de pluviométrie et d'évaporation potentielle (ETo et ETo/2)

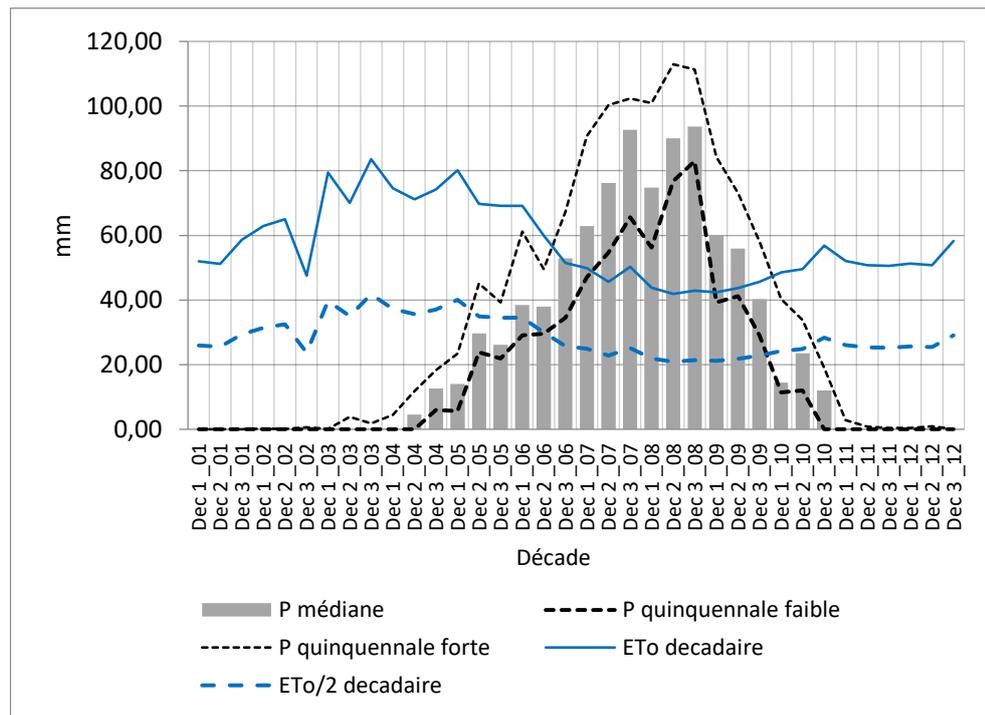


Figure 9 *Bilan climatique décadaire à Senou*

L'analyse du bilan climatique sur la période 2009-2021 (figure 9) indique :

- une saison pré-humide ($ETo > Pluie > ETo/2$) s'étalant de la 1^{ère} à la 3^{ème} décennie de Juin (soit 30 jours). On note une très forte variabilité des pluies au cours des deux premières décades de Juin rendant aléatoire les semis ;
- une saison humide ($P > ETo$) longue de 80 jours allant de la 1^{ère} décennie de juillet à la 2^{ème} décennie de septembre. Une pluviométrie quinquennale sèche inférieure à ETP en fin de saison humide (1^{ère} et 2^{ème} décennie Septembre) illustre le risque de poches de sécheresse et/ou d'un risque de fin précoce de la saison humide ;
- une saison post-humide ($ETo > P > ETo/2$) très courte correspondant à la 3^{ème} décennie de Septembre (10 jours).

Des écoulements significatifs du marigot sont probables entre la 1^{ère} décennie de Juillet et la 2^{nde} décennie de Septembre, période au cours de laquelle la pluviométrie décadaire est supérieure à ETo 8 années sur 10. A contrario, la pluviométrie devenant inférieure à ETo/2 mi Octobre laisse prévoir le début de la récession de la nappe du bas fond dès cette période.

3.3.2.4 Contexte agro-hydrologique de la riziculture de bas-fond

Le contexte agro-hydrologique de la riziculture de bas-fond est caractérisé en comparant les apports p/pluviométriques (données climatiques de Senou) aux besoins en eau au cours des différentes phases phénologiques de la culture. Cette caractérisation a été réalisée pour trois durées de cycle de 100, 110 et 120 jours et deux décades de semis.

Ces décades de semis ont été déterminées en identifiant la fréquence avec laquelle la pluviométrie décadaire est supérieure aux besoins en eau de la culture au cours de la phase semis-levée -cf Tableau1.

Tableau 1 Détermination des décades favorables au semis du riz

Décade de semis	Juin_1	Juin_2	Juin_3	Juil_1
Pluie décadaire de fréquence quinquennale faible mm	29,08	29,62	34,52	47,06
ETP décadaire (mm)	69,10	59,93	51,45	49,87
Kc	0,7			
ETM (mm)	48,37	41,95	36,01	34,91
Fréquence Pluie décadaire > ETM	36%	35%	71%	> 95%
0,9 ETM (mm)	43,53	37,76	32,41	31,42
Fréquence Pluie décadaire > 0.9 ETM	41%	58%	> 95%	> 95%

Le fait que ce n'est qu'à partir de la 3^{ème} décade de juin que la pluviométrie est 9 années sur 10 supérieure à 90% des besoins de la culture, conduit à retenir les 3^e décades de juin et 1^{ère} de juillet pour les semis.

Pour une date de semis donnée, le contexte agro-hydrologique de la riziculture de bas-fond est caractérisé en croisant l'analyse d'une part de l'évolution des besoins en eau du riz (ETM-riz) au cours de son cycle par rapport au diagramme de la variabilité interannuelle des pluies décadaires, et d'autre part, de la fréquence interannuelle avec laquelle les apports pluviométriques sont supérieurs aux besoins en eau de la culture aux cours de ses différentes phases phénologiques.

Pour un semis au cours de la troisième décade de juin, l'apport pluviométrique au cours des phases de développement et reproduction est 9 années sur 10 supérieur aux besoins quelque soient les longueurs de cycle (100, 110, 120 jours) (cf. figure 10). Au cours de la phase de maturation, alors que cette fréquence de couverture reste de l'ordre 5 années sur 10 pour un cycle de 100 jours, elle n'est plus que de 1 année sur 2 et 1 année sur 5 pour les cycles de 110 et 120 jours.

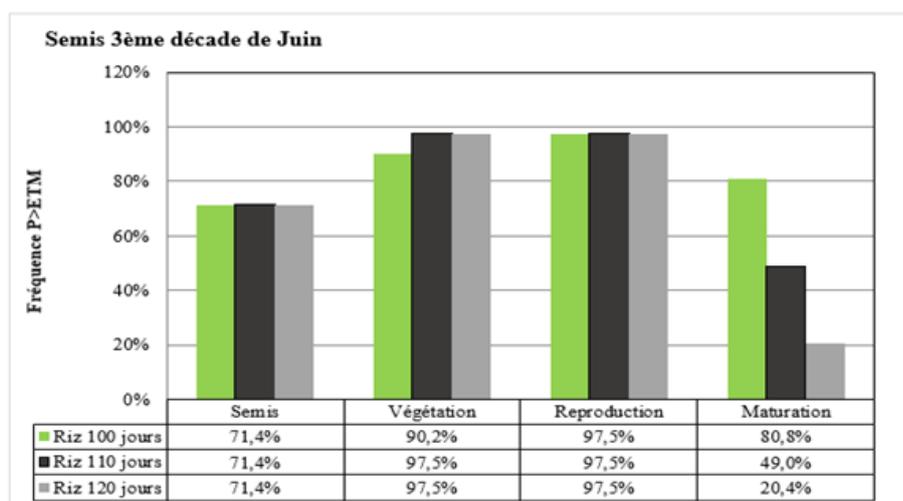


Figure 10 Comparaison interannuelle des apports pluviométriques aux besoins en eau de la culture aux cours de ses différentes phases phénologiques pour un semis à la 3^{ème} décade de juin

La figure 11 précise ces conditions : au cours de la phase maturation, les besoins décadaires sont proches des pluviométries décadaires dépassées 8 années sur 10 pour un riz de 100 jours, alors que pour un riz de 120 jours ils sont très proches des pluviométries décadaires dépassées seulement 2 années sur 10.

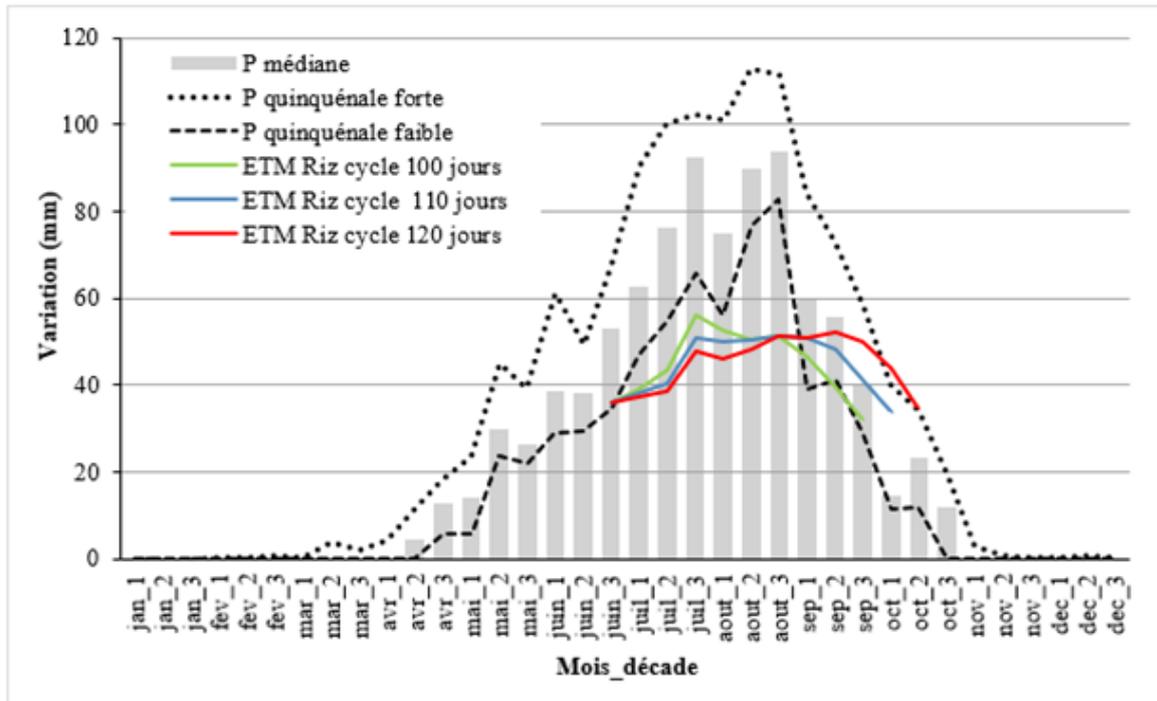


Figure 11 Comparaison des besoins en eau décadaires (ETM) d'un riz semé la 3^{ème} décennie de Juin aux pluviométries décadaires dépassées 2 et 8 années sur 10

Il ressort de cette analyse que pour une date de semis au cours de la 3^{ème} décennie de Juin :

- Pour un riz de 100 jours, un endiguement des parcelles (diguettes sur la frange de bas de versant ou digues en courbe de niveau dans le lit majeur) devrait permettre de gommer l'hétérogénéité temporelle des pluies au cours d'une décennie et faciliter l'alimentation en eau de la culture en fin de cycle par remontée capillaire, la nappe étant encore sub-affleurante fin Septembre.
- Pour des riz de 110 et 120 jours, un aménagement en courbe de niveau sur les sols hydromorphes du lit majeur ayant une faible perméabilité devrait suffire à sécuriser l'alimentation en fin de cycle (stock d'eau à la parcelle, alimentation par les écoulements différés). Lorsque le dimensionnement n'est pas compatible avec la largeur du lit majeur, sa pente ou le débit de la crue décennale, des aménagements de type digue déversante et /ou micro barrage apparaissent des solutions alternatives.

3.4 Diagnostic agri-environnemental

Le diagnostic agri-environnemental est une approche combinant enquêtes agronomiques et diagnostic écologique.

3.4.1 Analyse des écosystèmes, du passé au présent

On ne peut observer l'état d'occupation actuel sans se référer à un état plus ancien, en présence d'écosystèmes naturels dominants, dont quelques témoins peuvent persister. Il s'agit de retracer la conversion progressive des écosystèmes naturels ou peu aménagés de zones humides en agro-écosystèmes.

On s'appuie pour cela sur les photos aériennes anciennes (années 1950 au 1/50 000, années 1980 au 1/25000), Google earth (premières images vers 2000), et les témoignages d'anciens.

C'est déjà l'occasion de rechercher ou d'identifier d'anciens « services écosystémiques » selon la classification pratique qu'en donne le MEA (2005) : approvisionnements, régulation, support, et valeurs culturelles.

Il convient ensuite de classer les écosystèmes actuels de la zone ciblée du plus riche en biodiversité au plus « appauvri » en vie, notamment en vie « pérenne ».

- zones préservées dans le voisinage, qui devront le rester au moins en partie (risque des « extensions » qui suivent généralement un premier aménagement) ;
- refuges de biodiversité naturelle ou semi-naturelle (sites sacrés, mares, segments de ripisylves en bon état, arbres isolés, savanes arborées, jachères) ;
- formes d'agriculture traditionnelle diversifiées (micro-parcelles maraichères, buttes de cultures associées, zones de pâturage et récolte de foin, pêche, arbres isolés utiles, abreuvement, passages de bétail, culture temporaire à jachères longues sous parc arboré) ;
- agriculture permanente (plus ou moins intensive, artificialisée et polluante) ;
- zones bâties et terres nues.



Figure 12: Extrait de la photo aérienne de mars 1955 (Nambe). (Source IGB)

Sur la photo du bas-fond de Nambe en mars 1955 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), on reconnaît un bon état de l'écosystème humide, et sa variété : 1) A l'ouest, cuvette Ouest en savane arborée ponctuée de mares; 2) grande mare naturelle « à crocodiles » contenant encore de l'eau, avec trois déversoirs (les années 1950-60 jouissaient d'un climat plus humide) ; et entourée au Nord 3) de parcelles de cultures vivrières de bas-de-pente en culture temporaire ; au Sud 4) d'une cuvette humide à forte densité ligneuse (services écosystémiques de régulation des écoulements et anti-érosifs, habitat riche) ; 5) au centre, zone claire de végétation ouverte sur bourrelet de sédiments grossiers issus de l'attributaire nord, et montrant des buttes maraichères (tabac et patate douce selon les informations recueillies auprès des plus anciens). Ce cône de déjection et ses bourrelets sableux récents (6) en réduisant le drainage est la cause probable de la mise en place de la cuvette sombre et de la mare. 7) Extrémité amont du lac de barrage de Narbagre. 8) zone de drainage de la cuvette (l'actuel lit mineur sud n'est pas encore clairement dessiné)

Par comparaison avec la carte d'occupation actuelle et vu la rareté des ligneux dans le bas-fond (Figure 1d), on peut mesurer l'extrême dégradation écologique et artificialisation actuelle de cet espace, mais la présence de quelques refuges localisés de biodiversité (ripisylves à crocodiles, mares, savanes à graminées pérennes *Oryza sp.* et *Hyparrhenia sp.*), qui contribuent à des services d'approvisionnement (abreuvement, fourrages séchés, pâturage) et à maintenir un peu de vie sauvage mais aussi de « sens » puisque les crocodiles ont encore un statut sacré. Les savanes à graminées pérennes sont précisément pressenties pour une conversion en riziculture intensive. C'est pourquoi un zonage pourrait chercher à en limiter l'extension pour préserver les zones de mares et les abords savaniques les plus riches en fourrages.

3.4.2 Ressources en terres, fertilité, autres ressources naturelles

Le diagnostic doit porter sur les types de sols (pédologie, textures, aptitudes, contrainte) et les marques de dégradation éventuelles (ravines, lits mineurs, glacis de bordure, sédimentations grossières). Dans un bas-fond, aux sols hydromorphes et asphyxiants, il faut aussi rechercher des symptômes de contraintes biophysico-chimiques (durée de saturation du sol, toxicité ferreuse, déficience d'Azote, bilan organique et minéral) mais aussi les opportunités comme la présence de nappes persistantes en novembre dans certains lieux (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

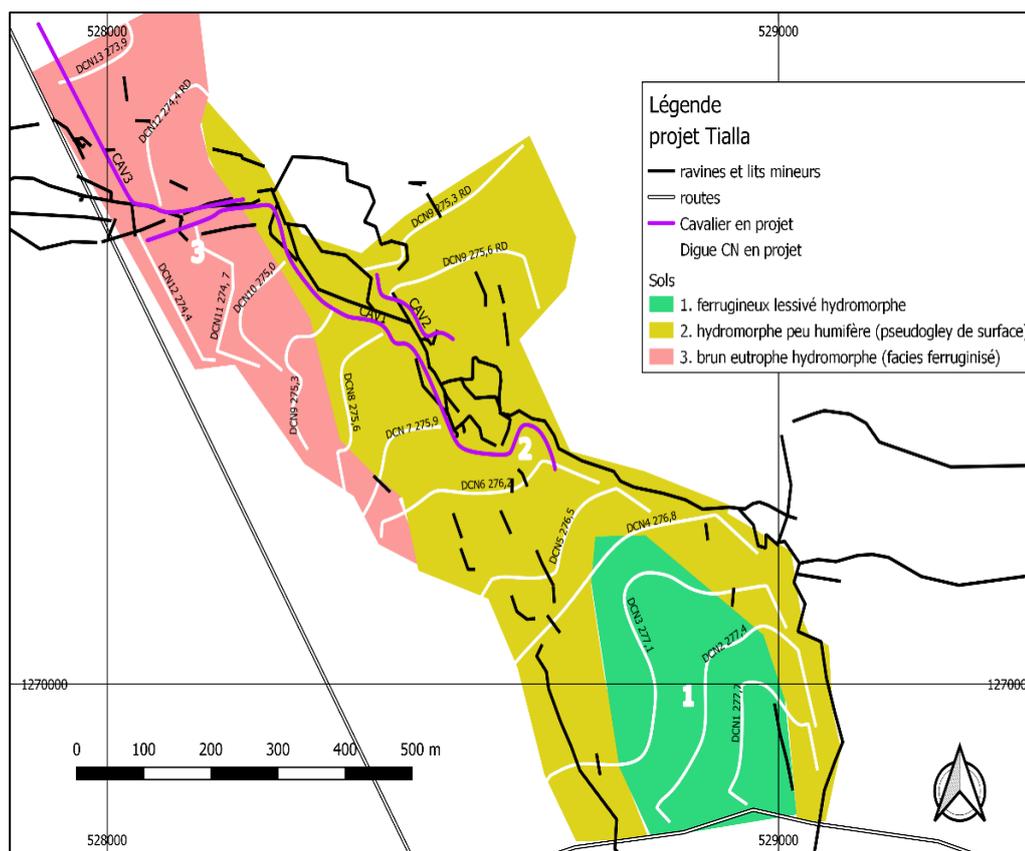


Figure 13 Couverture pédologique du bas-fond de Tialla, incisions liées à l'érosion ravinante, et aménagements projetés.

Les visites accompagnées de terrain par unité de paysage permettent de réaliser les prélèvements de sol (0-20cm, échantillons composites) en vue d'une analyse complète. On cherche notamment la texture, la richesse relative en matière organique et azote (C/N), P assimilable, pH, Complexe échangeable. La visite est aussi l'occasion de recueillir des savoirs locaux sur ces sols et leur gestion : noms de sols et aire d'extension, comportement, qualités, régime d'eau saisonnier, problèmes pour la mise en valeur, autres ressources exploitées (pêche, carrières...). C'est enfin l'occasion de recueillir des pratiques de gestion de fertilité, d'évaluer l'importance relative des jachères par rapport aux mises en culture, et des nuisances éventuelles (ravageurs, prédateurs).

Exemple de diagnostic agri-environnemental de la teneur organique du sol

Le problème des références et seuils de jugement se pose en matière d'évaluation des sols, car il n'y a pas qu'un seul critère de jugement si on considère le double objectif de production et d'environnement.

On peut déjà juger les teneurs à l'aune d'une échelle classique de fertilité « science du sol » (échelles FAO en 5 classes de teneur en valeur absolue, reprise par le *Bunasol* du Burkina). Mais déjà, cette classification « absolue » a des limites car elle ne prend pas en compte la texture, alors qu'un sol sableux drainé ne peut stocker de grandes quantités de matière organique mais minéralise mieux qu'un sols argileux engorgé.

On peut aussi utiliser une échelle « écologique » (relativement aux références de teneur des types d'écosystèmes naturels, savanes, forêt ...) (Serpantié et Ouattara, 2001), qui prend en compte le taux d'éléments fins car la matière organique s'agrège à l'argile en un « complexe argilo-humique » stabilisé et le type d'écologie (forêt, ou savane) modifie ce niveau l'équilibre. On aura ainsi une meilleure idée de la distance à une teneur potentielle, « naturelle » de ces sols, ou ancienne selon l'écosystème de référence, issu d'une analyse du passé écologique du bas-fond.

On peut aussi comparer chaque sol à un ensemble de données régionales de sols cultivés de bas-fonds (approche plus empirique), en vue de rester dans le domaine du faisable.

Par exemple, les sols de Tialla et de Nambe sont comparés aux teneurs seuils FAO, aux références des milieux naturels et à une base de données des sols des bas-fonds du loba (figure 14)

Selon la référence absolue FAO (*Bunaso*) : Tialla est le mieux pourvu **en carbone** (classe 1), malgré des sols très érodés mais c'est à cause de sa teneur en argile élevée. Le taux d'éléments fins est en effet une covariable nécessaire pour juger du taux de carbone (il explique 75% de la variance du Carbone et 35% de celle de l'azote dans la base Dano). Comme Tialla est le plus argileux (75%- d'argile+LF ; montmorillonite), la teneur organique est plus élevée à Tialla qu'à Nambe (60%, d'argile kaolinite+LF). Il faudrait donc prendre en compte la texture et le type d'argile pour une **évaluation relative** plutôt que par rapport à des normes absolues.

Selon les références des droites d'équilibre organique dans les sols des milieux naturels dans la région soudanienne (Serpantié et Ouattara, 2001), une parcelle de Nambe est proche de la droite des forêts (donc encore très riche) et une autre proche du niveau savane, donc appauvrie, alors que le bas-fond était forestier ou arbustif dense dans les années 1950. En revanche elles étaient toutes deux classées « bon à très bon » selon les critères « FAO, et « moyenne » selon la base de données de Dano relativement au taux d'éléments fins (proche de la droite de tendance). On retiendra donc que certaines parcelles justifieraient une mise en jachère récurrente ou une fertilisation organique, et que le bas-fond serait un site privilégié pour une démarche de séquestration de carbone dans le sol (ne pas réduire, ou augmenter), avec appui au nom de ce « service écosystémique ».

La teneur en azote de Tialla et Nambe est assez élevée dans l'absolu (classe 2) mais variable. A Dano il existe des sols encore plus riches en azote (anciennes jachères longues à *Aeschynomene*, une légumineuse à bactéries fixatrices (classe 1), et des sols argileux très pauvres en azote après une longue exploitation (classe 3). Tialla et Nambe se situent donc dans une bonne moyenne à l'exception des 2 parcelles moyennes en N relativement à leur teneur en argile élevée. Les exemples de Dano à N élevé montrent le potentiel des jachères à *Aeschynomene* à enrichir le sol en azote, en vue de moindres doses de fertilisants azotés.

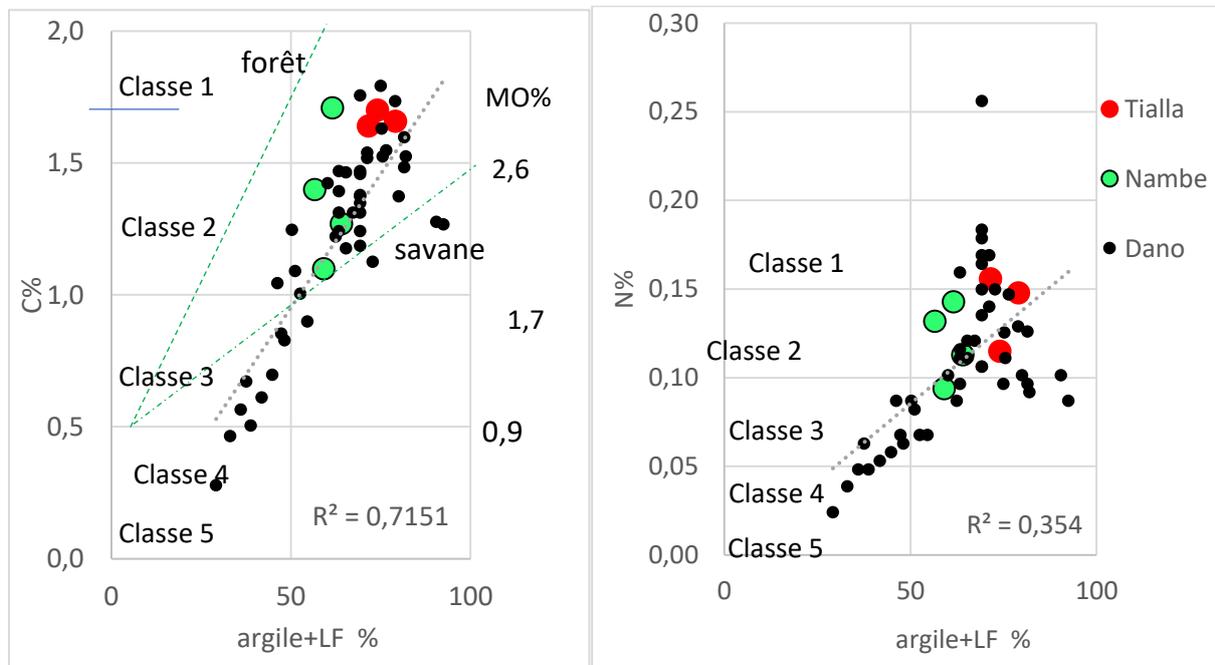


Figure 14 a et b : Evaluation des niveaux organiques (C et N) des sols de bas-fonds en fonction du taux d'éléments fins (Serpantié, non publié).

Les sols de Nambe et Tialla sont argileux à argilo-limoneux (kaolinite ou illites), riches en MO et azote (sauf certaines parcelles), riches en CEC peu désaturée, riches en P total, donc **propices à l'intensification du riz**. Elles ont donc un potentiel en riz important, ce que les rendements maximaux et potentiels observés confirment.

Mais en revanche ces sols sont très souvent pauvres en Phosphore assimilable bien que riches en P total (excepté à Nambe pour certains sols enrichis par les engrais), avec de mauvaises conditions de minéralisation du N, de la toxicité ferreuse (excès d'eau, asphyxie saisonnière). Certaines parcelles sont pauvres en azote relativement à la teneur en argile à effet stabilisant (bien que riches dans l'absolu) : ce qui appelle des mesures correctives (fertilisation N et P de couverture), des rotations (par exemple cultures de contre saison fumées, jachères longues représentant une remontée de biodiversité et de légumineuses apportant de l'azote au sol), du repiquage (le malaxage de l'herbe dans le sol représente un engrais vert), du drainage en période d'asphyxie (ouvrir tous les pertuis en période d'inondation). Certaines parcelles comme la parcelle de Nambe la plus pauvre en C appelleraient aussi une fumure organique régulière. Le compost de paille de riz étant souvent pauvre en N et P, et donc sans effet nutritionnel, ce type de recyclage reste utile à conditions d'être enrichi par des sources organiques riches en azote et phosphore (phosphocompost au Burkina Phosphate et aux fientes de volailles et porcins, apports d'urée sur riz).

3.4.3. Usages et pratiques agro-sylvo-pastorales

La seconde thématique de la base line est de comprendre les usages et pratiques agro-sylvo-pastorales en vigueur et leur tendance d'évolution. Souvent on projette sur une société paysanne des «visions normatives» issues d'anciennes études (par exemple « des rendements en riz faibles à 2 t/ha », des techniques « traditionnelles »), alors qu'un développement soutenu a pu avoir lieu et se poursuit encore. A Nambe, des rendements de 4 t/ha ne sont pas rares, chez ceux qui en ont les moyens évidemment. Les meilleurs arrivent à produire 6 t/ha. Les moyennes s'établissent autour de 3 t/ha. En effet bien souvent, les présupposés sur les pratiques paysannes, la persistance à les qualifier de « traditionnels » malgré les acquis incontestables de 60 ans de développement rural et d'innovations paysannes, maintiennent, y compris dans les discours « stratégiques » des populations et de leurs encadreurs envers les bailleurs des projets, l'idée qu'il faudrait tout changer, passer à tel type de système de culture conseillé par la recherche. De même c'est en observant les pratiques actuelles et en recueillant les attentes des usagers qu'il sera possible de juger l'intérêt et les limites de leurs pratiques actuelles, de comprendre leurs besoins et de proposer des changements pertinents au regard des objectifs retenus.

Principes

Une agriculture (au sens large, intégrant cultures, élevage et activités forestières) est un ensemble organisé, un système. C'est à la fois un écosystème transformé pour les besoins d'une société (« agro-écosystème »), un ensemble structuré de savoirs et pratiques de production (système de production), et une organisation de la société en vue d'accéder aux terres et de travailler à produire ses moyens d'existence et les partager (système d'exploitation). Partir des pratiques dans leur contexte, c'est-à-dire des « manières concrètes d'agir » (Milleville, 1995) est une méthode pour saisir non seulement les usages des terres et techniques utilisées réellement (et non pas « en théorie »), aborder les multiples dimensions de ces pratiques (techniques, économiques, travail, organisation) mais aussi permet de rencontrer les acteurs de l'agriculture dans leur agro-écosystème (recueil de leurs savoirs, contraintes, objectifs, résultats, observation commune des ressources et états du milieu) et dans leur organisation (familiale, communautaire), et non indépendamment de ces derniers.

Il y aura donc nécessairement deux niveaux sociaux d'appréhension (individuelle/familiale ou communautaire), deux niveaux spatiaux (la parcelle, le bas-fond) et deux saisons d'observation (saison sèche avant mars, début de saison humide). C'est donc une approche systémique et multiscale, mais aussi multitemporelle, qui doit aussi rendre compte du caractère saisonnier et évolutif de l'agriculture.

Dans cette quête de la baseline des pratiques, on ne pourra se passer de l'écoute des populations. Mais on ne pourra, non plus, se passer d'une observation des cultures. C'est la synthèse des deux qui permettra de poser un diagnostic pertinent s'appuyant sur une double réflexion d'agriculteur et d'agronome. Et c'est sur cette base, confrontée à d'autres références (notamment la recherche mais aussi le marché) que l'on parviendra à concevoir des changements pertinents.

Thématiques

Plusieurs thématiques sont traitables en focus groups, tours de plaine accompagnés, et enquêtes « parcelle » avec un échantillon de producteurs (par exemple 5 hommes et 5 femmes) :

- Inventaires des usages et activités dans le bas-fond (focus groups par catégories H, F, J ; enquêtes terrain sur transect accompagné ; fiches saisonnières en annexe 1) ;
- Calendriers d'usages saisonniers (par unité de paysage) (enquête sur terrain, fiches) (annexes) ;
- Pour les cultures principales, systèmes de culture (interannuel, intersaison, itinéraires techniques, gestion d'eau) (focus groups et enquête 10 parcelles, 5 Hommes et 5 femmes, fiches) (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) ;
- Mise en évidence de limitations et contraintes perçues, mais aussi d'opportunités et de potentialités ;
- Résultats de production (rendements, surfaces, interface agro-socio-éco) ;
- Attentes communautaires exprimées en assemblées et focus groups, et individuelles (interface socio-éco).

Tableau 2: *Enquête parcelle à la phase maturation du riz, état des milieux, diagnostic d'expert et diagnostic participatif*

ENQUETE PARCELLE RIZ	
OBSERVATIONS AU CHAMP	Identification parcelle
	Identification de l'exploitant :
	Observations Terrain (surface et localisation)
	Antériorité (surface et production)
	Etats du milieu
	Sol
	Eau
	Culture
	Adventices Hauteur (cm)
COMPOSANTES DU RENDEMENT POTENTIELLES (STADE MATURATION) (3 PLACETTES AU HASARD)	
	Nombre de vides apparents sur 1 m ² (peuplement en foule):
	Nombre de touffes sur 1m ²
	Panicules utiles/touffe sur 10 touffes
	Grains utiles/panicule sur 10 panicules
	Poids de 1000grains secs utiles (g) supposé à 20g
	Taux de stérilité des épillets (% de grains vides)
	Rendement potentiel t/ha calculé stade maturation
	Date de récolte prévue (par le paysan)
ENTRETIEN SEMI FERME AVEC PRODUCTEUR (DATES, MODALITES, PROBLEMES)	
	Perceptions des événements climatiques récents
	Préparation du sol
	Herbicidage avant labour
	Fumure organique
	Premier travail du sol avant implantation
	Deuxième travail du sol avant implantation oui/non
	Installation

	Herbicide au semis
	Semis et variété
	Pépinière et variété
	Préparation du repiquage (« mise en boue »)
	Repiquage
	Démariage
	Resemis et compléments de repiquage
	Epandage Engrais 1 après semis (ou repiquage) oui/non
	Epandage Engrais 2 après semis (ou repiquage)
	Désherbage 1
	Désherbage 2
	Désherbage 3
	Insecticides :
	Actions 1 sur l'eau
	Actions 2 sur l'eau
	Actions de protection
ENTRETIEN OUVERT	Est-ce que vous êtes content de l'état de la culture à ce stade
	Y a-t-il eu le même problème dans le passé ?
ENTRETIEN APRES LA RECOLTE	Décrire et dater des catastrophes cette année et dans le passé
	Mesure de la parcelle au GPS
	Date de la récolte
	Quantité récoltée
	Difficultés de la maturation (eau, oiseaux...)
	Analyse du décalage entre rendement potentiel et rendement réel et discussion sur les causes possibles
	Ventilation de la récolte

Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** montre la relative complexité de l'usage actuel du bas-fond de Nambe, ses différents systèmes de culture et usages selon les zones alors que l'APD ne perçoit qu'une savane pastorale disponible pour un aménagement rizicole.

Tableau 3 *Caractérisation saisonnière des différentes unités de paysage du bas-fond de Nambe*

Occupation et usages (p pâturage, F feu, i inondé)	zones/mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Maïs pluvial et irrigué (foncé) (eau bouli + rivière) puis inondation puis maraichage (puisards, bouli) (clair)	Zones proches de berge, arrosables à partir rivière et puisards			p	p			i	i	i			
Riz de bas-fond parfois irrigué en complément (juillet, octobre)	Frange basse et Cuvettes, arrosables à partir rivière	p	p	p	p	p							P
Maïs pluvial (foncé) puis maraichage irrigué (clair)	Bas de pentes et replat			p	p	p							
Pâturage et fauche	Plaine	p	p	p	p	p	p	i	i	i	p	F p	F P

En bleu franc périodes inondables, en gris foncé périodes de culture pluviales, en gris clair périodes de culture irriguée, en orange périodes de feu.

3.4.4. Pratiques rizicoles et diagnostics culturaux et agro-socio-économiques: illustration avec le cas de Nambe

L'annexe 2 livrant la synthèse des résultats du diagnostic agronomique (états des cultures et analyse des pratiques) montre la richesse des informations agronomiques obtenues sur 14 parcelles dans le cas de Nambe (8 femmes et 6 hommes) sur les thématiques du tableau 2.

Agro-diversité et adaptation variétale.

L'inventaire des variétés utilisées, l'étude de leurs cycles et formes d'adaptation sont des préalables, avant de conseiller les variétés « à la mode » et supposées plus appropriées que des variétés locales ou déjà introduites. Il faut notamment bien comprendre le type de contraintes rencontrées dans chaque unité de paysage et quelles formes d'adaptations variétales locales les gens ont identifié, pour au moins les maintenir. Les semences apportées aux paysans par les services UAT ne sont pas toujours de bonne qualité (présence de grain sauvage par exemple, dans un cas de variété *Orylux* à Nambe). Pour cela il faut parvenir à enquêter les producteurs et observer les parcelles sans interférence de l'encadrement dont l'action est essentiellement normative (transmission de mots d'ordre, diffusion de semences) et pas encore suffisamment compréhensive (diagnostic des pratiques, recueil des attentes), réflexive (suivi des intrants et des innovations introduites, et médiatrice (retours à leurs hiérarchies, transmission des attentes des paysans).

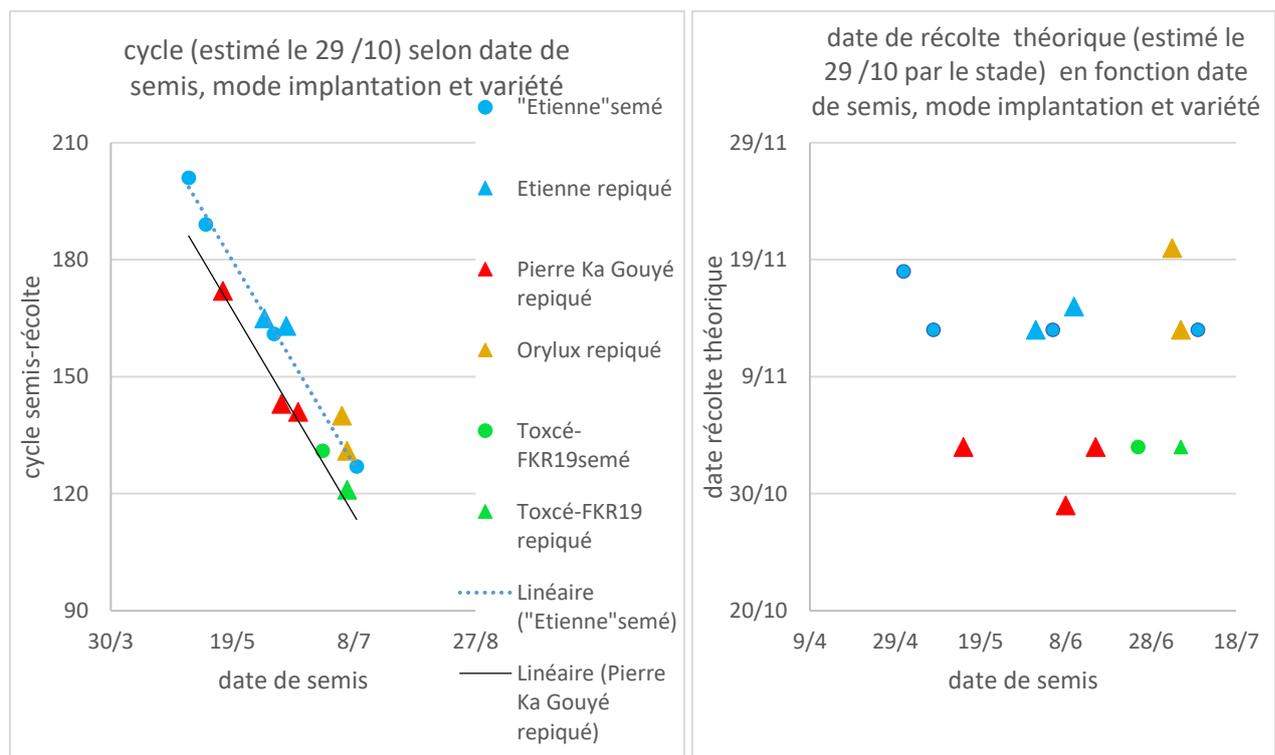


Figure 15 a et b Cycles et date de récolte 2022 en fonction des dates de semis (en pépinière ou bien au champ) à Nambe

Les 14 parcelles enquêtées à Nambe livrent **une diversité de types de variétés** (locales, introduites), de **cultivars** (2 de chaque type), de **dates de semis en pépinière ou au champ** (de fin avril à début juillet), de

modes d'installation (semis ou repiquage) (Figure 15a). Le photopériodisme des riz locaux conduit la durée du cycle à varier fortement en fonction de la date de semis (4 à 6,5 mois).

Mais cette diversité apparente cache une unité : au final, il y a deux droites de tendances, et donc seulement 2 périodes théoriques de récolte (Figure 16 b), début novembre ou mi-novembre, donc deux types de riz : « **récolte précoce** » (Toxcé-FKR19 semé tard ou repiqué, *Pierre Kagouyé* repiqué) ou « **récolte tardive** » (*Etienne* semé ou repiqué, *Orylux* semé tard ou repiqué tard).

Cette convergence dans les dates de récolte permet d'une part en groupant les maturations, de réduire le risque aviaire en diluant la pression des oiseaux, et de choisir néanmoins les variétés et dates de semis en fonction du sol, qui reste humide plus ou moins longtemps selon le lieu. Effectivement le 29/10, l'observation montre que :

- dans le cas des variétés « récolte précoce », le sol est sec, ou humide ayant été irrigué (ou devant l'être),
- le sol est frais dans le cas des variétés « récolte-tardive » (à l'exception d'un cas –parcelle 11- ce qui augure de grains mal remplis et d'une baisse du rendement réalisé). Ce sol encore frais fin octobre révèle la présence d'une nappe persistant à faible profondeur après les dernières pluies de début octobre (proximité du bouli).

L'enquête parcelle est donc parvenue au constat que les paysans connaissent bien leur sol et son régime d'eau et font un arbitrage entre risque hydrique et risque aviaire. Ils préfèrent généralement les variétés hautes (150cm) moins sensibles à la submersion, et photo-périodiques (semables à tout moment). Des variétés mûres trop précocement (mi-octobre) réduiraient le risque hydrique mais seraient confrontées aux attaques aviaires dès la fécondation (mi-septembre à mi-octobre). Les riziculteurs doivent donc composer avec des variétés récoltées moins précocement, en s'adaptant du mieux possible à l'humidité du site en arrière-saison. Ils pourraient aussi renforcer le contrôle aviaire (filets par endroits le long des jachères et systèmes d'effarouchements genre perchoirs à prédateurs ou faux prédateurs) et grouper les parcelles de riz avec un gardien.

Cette analyse de l'agro-diversité rizicole locale confrontée à l'agro-écosystème de bas-fond variable en eau et riche en oiseaux dans les jachères, démontre l'importance des savoir-faire locaux en matière de choix variétal mais aussi de l'existence de risques hydriques importants du fait des cycles longs, justifiant la nécessité d'irriguer ce riz en complément en cas de besoin. L'alternative est de réduire la durée de cycle tout en protégeant mieux le riz des oiseaux.

Les jachères riches en légumineuses (*Aeschynomene sp*, très efficace en fixation d'azote) devraient être maintenues pour leur rôle éco-pédologique essentiel (vie du sol, porosité, recharge en matières organique et azote), même si elles renforcent le risque aviaire qui reste contrôlable (gardiennage, filets, dispositifs d'effarouchement).

Diagnostic des rendements

Les résultats de l'évaluation par enquête (production et surface) du rendement 2022 est donnée **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Elle est comparée au rendement calculé en 2021 à partir du nombre de sacs de paddy récolté et de la surface 2021.

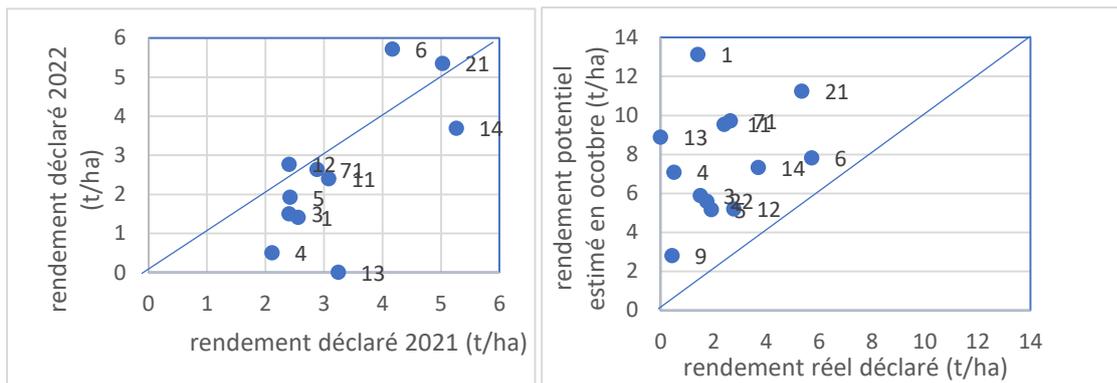


Figure 16 : a) Rendements 2021 et 2022 déclarés (surface mesurée et production déclarée) sur les parcelles visitées en octobre 2022, b) comparaison rendement 2022 avec potentiel estimé de grains fécondés sur une placette fin octobre

Le rendement moyen estimé en 2021 est de 3,2 t/ha et celui de 2022 est de 2,5 t/ha. Trois types de parcelles se distinguent : des rendements nuls ou faibles (<2 t/ha), mais rares, des rendements moyens (2-3 t/ha) et des rendements élevés (4 à 6 t/ha).

Les rendements se ressemblent d'une année sur l'autre, donc sont liés à des localisations ou pratiques spécifiques, alors que les climats des saisons 2021 et 2022 diffèrent. Les rendements peuvent donc être très supérieurs (même sans aménagement) aux déclarations obtenues en assemblée, en présence des encadreurs, tendant à minimiser les résultats moyens.

Si on compare les rendements déclarés aux rendements potentiels établis sur la base de comptages de panicules fin octobre (une seule placette faute de temps, ce qui tend à surestimer le potentiel), on remarque les plus grandes pertes de grain en phase maturation (grains vides ou disparus) essentiellement liées, selon les paysans des parcelles en question, aux manque d'eau en fin de cycle et attaques d'oiseaux.

Il y aurait donc de forts gains de rendement à attendre d'une meilleure protection contre les oiseaux (filets, garde, effaroucheurs), d'irrigation de complément (parcelle 21), de localisation sur nappe d'eau tardive (parcelle 6 près du bouli) et d'un bon choix variétal. La variété locale « Pierre Ka Gou Yé », tardive la plus précoce, est la mieux réussie mais il faut la surveiller étroitement contre les oiseaux que les jachères abritent (Pierre « ne dort pas »). Il ne faut donc pas négliger les variétés « locales », qui peuvent être aussi bien des variétés de la recherche que les paysans ont renommées et maintenues, que des variétés qui ne sont jamais passées par la recherche mais sont bien adaptées.

Interface agro-socio-économique : Indicateurs agro-socio-économiques à l'échelle parcelle (hommes vs femmes) et ménages

L'enquête parcelle et une enquête rapide exploitation/ménage peuvent apporter une vue générale sur la contribution actuelle des parcelles de bas-fond au revenu, au travail et aux coûts, en fonction des types de producteurs, et faciliter l'évaluation des risques économiques de sa culture.

Par exemple à Nambe :

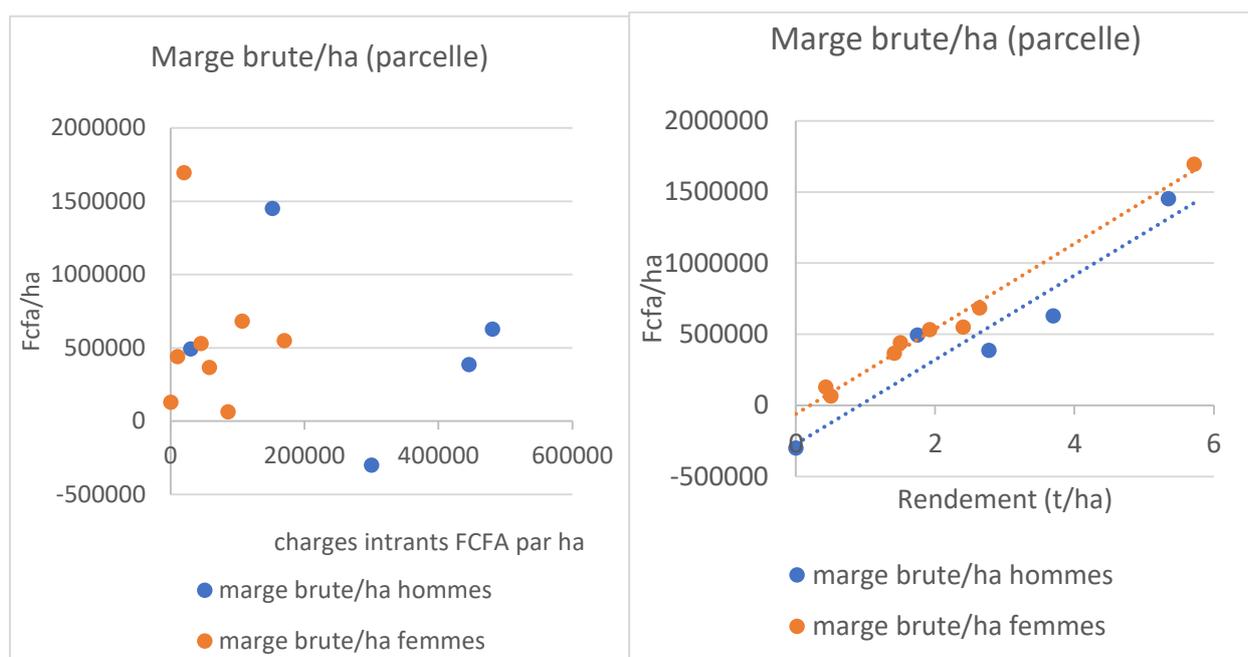
Le coût d'intrants par ha est plus élevé chez les hommes, dont certains sur-fertilisent ; sur ce plan les femmes ont donc une pratique plus écologique et plus économique. On remarque l'importance d'usage d'herbicides chez tous car ils ont un faible coût et facilitent le travail.

Il n'y a pas de lien apparent entre intensivité en intrants et rendement, ou entre intensivité en intrants et marge brute. C'est plutôt certains choix (localisation, irrigation de compléments, choix d'une variété adaptée,

bon suivi cultural, comme l'entretien, et la surveillance) et donc le savoir-faire, l'accès à et l'investissement en travail qui favorisent le rendement.

Le rendement fait la marge. A rendement égal, la marge est plus élevée chez femmes (moins d'intrants, pas de marges négatives quel que soit le rendement). A moins d'une tonne/ha de rendement, les hommes perdent de l'argent.

Le riz a donc un bon potentiel (6t/ha, 1500000 Fcfa/ha de marge pour 2 parcelles homme et femme), reste risqué (2 marge nulle, 1 négative), a des impacts environnementaux, est souvent non prioritaire (extensif, beaucoup de récoltes tardives en décembre au-delà de la date de maturation) (Figure 17)



- fréquence du repiquage sur sol malaxé (qui permet d'installer plus tard après les périodes risquées en terme de sécheresse, d'améliorer la croissance et réduire l'enherbement (effet engrais vertt et desherbant du malaxage avant repiquage);
- usage de l'irrigation par pompage en rivière pour pallier une sécheresse en période d'installation ou de maturation ;
- diversification variétale en jouant des variétés locales photopériodiques à cycle long, et des variétés introduites à cycle moyen, pour valorisation des zones de persistance d'humidité (un mois après l'arrêt des pluies, la moitié des parcelles ont encore un sol frais). Les variétés récentes de la recherche de cycle trop court seraient soumises au risque aviaire et au risque d'inondation en semis tardif (pailles trop courtes) ;
- la gestion chimique de l'enherbement est fréquente et semble efficace, avec une pratique de destruction de la végétation au glyphosate avant le labour, facilitant son enfouissement et son malaxage, et l'usages d'herbicides de pré et post levée (Bextra au 2-4D). Ce ne sont pas les plus nocifs pour l'environnement de la zone humide, contrairement à ce que laissaient penser les résultats de la première expertise qui évoquaient l'usage de produits non homologués à base de paraquat, nocif pour les écosystèmes de zones humides ;
- les fumures minérales sont basées sur le mélange NPK-urée, à dose faible pour les femmes dont les parcelles sont situées en bordure de zone maraichère fertilisée aux fientes de volaille, et à dose parfois trop élevée pour les hommes situés dans la zone inondable, loin des zones maraichères.

Les producteurs ont donc su marier des innovations basées sur de la mécanisation (labour attelé, pompage), des aménagements parcellaires (casiers) et des intrants du commerce (engrais et herbicides), des variétés de cycle court de la recherche (*Orylux*, FKR19) avec la conservation de composantes locales : implantation en foule, variétés locales à cycle plus ou moins long, mais absence de fumure organique.

A l'inverse d'un diagnostic agronomique classique qui conduirait à considérer le besoin de moderniser des pratiques « traditionnelles », renvoyées à leur archaïsme sans étude, ici au contraire cette enquête permet de faire le diagnostic inverse d'une riziculture locale très évoluée, aucunement « traditionnelle » qui pourrait être performante les bonnes années et avec un meilleur contrôle aviaire, mais risquée en cas de faible pluviométrie en octobre du fait des cycles longs préférés à cause principalement du risque aviaire et de la présence localisée d'une « arrière-saison » (sols argileux et nappes prolongeant la saison près du bouli) certaines années. Les principaux risques sont les ravageurs (risque aviaire dès la fécondation, oieaux « suceurs ») et une saison sans excédents climatiques ou trop courte. Les éléments de « modernité » /s'avèrent efficaces mais problématiques d'un point de vue coût (prix élevé des engrais, couts énergétiques de l'irrigation) et environnement (trop fortes doses d'engrais minéral chez hommes, beaucoup d'herbicides chez tous).

Un aménagement de rétention d'eau va réduire le risque de sécheresse mais accroître celui d'inondation, d'érosion (en cas de casse) et de difficultés de drainage. Les variétés locales de cycle long et de grande taille seront donc d'autant plus utiles et peuvent être diversifiées par certaines variétés de cycle moyen à tige haute de la recherche (KBR 18 par exemple). D'autres cycles de 120 jours à haut rendement (FKR62N, *Nasongkooda* par exemple), ou les variétés « parfumées » de la recherche (*Orylux*) peuvent être utilisés dans les zones de bordure, en semis précoce ou repiquage tardif selon la pluviométrie.

Mais en dehors de la diversité variétale, il s'agit encore d'un système exploitant les recettes de l'intensification conventionnelles, assez éloignée des critères habituels de durabilité (pas de fumures organiques, pas de recyclages, multiples traitements chimiques, travail du sol).

Quelques pistes à discuter avec les populations et leurs appuis pour l'élaboration d'un projet de mise en valeur

Plus d'inclusion, de processus sociaux de concertation, d'information et échanges de proximité (impliquer les associations traditionnelles de travail, des ONG agro-écologiques, les groupements de femmes).

Pour réduire les contraintes identifiées, la réduction des risques environnementaux et des coûts des intrants doit être le leitmotiv : organisation pour regrouper les parcelles, et isoler les jachères (gîtes des oiseaux « suceurs » et granivores), installer un écosystème plus équilibré (perchoirs à prédateurs, surveillance), protéger et arroser les cultures en maturation, entretenir les digues dès la moindre brèche,

Favoriser la transition de la monoculture intensive « tout riz » classique vers un horizon plus écologique : diversifier les variétés et espèces en profitant de l'existant, valoriser les variétés locales (adaptées au risque aviaire et à l'étalement des semis, à une faible fertilisation, forte hauteur d'eau, connues et maintenues localement, plus hautes et couvrantes donc plus compétitives que les variétés introduites),

Gestion intégrée de la fertilité : miser sur plus de processus vivants (plantes pérennes de différentes strates sur les passages d'eaux, agro-diversité –gombo, légumineuses soja, et haricot feuille-, rotations-, , jachères, prédation des ravageurs etc.). Par exemple tenter des rotations riz-maraichage irrigué, maïs précoce associé haricot-feuille irrigué–riz repiqué. Favoriser le recyclage organique (compost de pailles), fractionnement et réduction des doses d'engrais, par exemple usage du SGU (urée en supergranules à placement profond) plus efficient que l'urée et applicable en une fois avant l'arrivée des inondations ;

Formations à un meilleur dosage, répartition et économie des engrais minéraux, livraison en temps utile par coopérative de quantités modestes (pour 10 ares : 10kg de NPK+ 10kg d'urée ou 7kg SGU), plus faciles à financer pour les paysans, épandre de façon fractionnée ou précoce (SGU) sur des milieux inondables, en vue de rendements améliorés sans risque de pertes ou activation d'adventices, meilleure efficacité et moins de risque économique. Les surcoûts pourraient être supportés par la coopérative (main d'œuvre, emballages) contre un prix un peu plus élevé qu'en gros sur le marché),

Besoin d'un programme de sensibilisation et formation aux risques de pollution et sanitaires de produits phytosanitaires non homologués (cas du paraquat). Semis en ligne en vue de sarclages mécaniques....

A Nambe entreprendre des actions plus intégrées, riz-maïs-maraichage-élevage ; le risque aviaire d'octobre appelle des variétés diversifiées, à port adapté, et des actions ciblées (regroupement des jachères, filets, gardiennage, facilitation de la prédation).

A Tialla, miser sur la dynamique actuelle de diversification par le gombo, et tenter du soja sur les zones les moins inondées.

3.4.5 Analyse des services écosystémiques (autres qu'approvisionnement)

Définition, intérêt et limites de la notion de services écosystémique (SE)

Selon la définition du MEA (2005) les services écosystémiques (SE) sont des « bénéfiques que les sociétés tirent des écosystèmes ». Le MEA les classe en 4 types : « **approvisionnement** » (déjà traité à travers les usages et pratiques de production), « **support** » (ce qui permet à l'écosystème de fonctionner, par exemple habitat pour la biodiversité, la construction du sol,...), **régulation** (effets stabilisateurs de l'écosystème sur les éléments, le climat et l'eau, entretien de la fertilité des sols, pollinisation des cultures...) et enfin des **services culturels** (support d'éducation, lieu de récréation, enjeux symboliques, valeurs et croyances associées à certaines composantes...). La notion renvoie essentiellement à une vision scientifique, économique du lien entre l'homme et son environnement. Elle relève d'une vision utilitaire, rationnelle, porte sur des fonctions écologiques tangibles (comme la pollinisation), y compris quand il s'agit de services culturels, et les bénéficiaires de ces services sont implicitement considérés comme des consommateurs (Fournier, 2020).

Vus des gens qui habitent les écosystèmes en revanche, les écosystèmes et objets de la nature ont certes des utilités, des avantages directs et indirects, ils leurs associent des valeurs positives, en ont des connaissances précises, mais ils ont aussi des inconvénients –les ravageurs, ici les oiseaux suceurs et granivores-, qui vivent dans les jachères, ce qu'on peut nommer desservices (dis-services en anglais). La nature renvoie aussi à des valeurs locales négatives, des peurs, des mystères, imposant le respect (Terrasson, 1993). En Afrique rurale animiste, et même quand des religions importées se sont imposées, l'invisible et le sacré se trouvent partout (Fournier, 2020). Si le village et ses abords sont sous la « juridiction » de l'Homme et des ancêtres, la brousse, nature sauvage ou en partie domestiquée appartient aux êtres de l'invisible, on ne peut la parcourir ou y prélever sans « protection » et sollicitation rituelle : troupeau du berger qui l'immunise, amulettes et prières du chasseur, rituels sacrificiels du défricheur, rituels propitiatoires de l'agriculteur. Or ces êtres de l'invisible sont non seulement liés à l'homme (les génies interviennent dans toutes les étapes de la vie, de la conception à la mort) mais sont perçus comme puissants et dangereux. On doit donc payer un prix symbolique pour tout prélèvement. L'homme doit aussi maintenir la pureté des lieux attribués à la résidence permanente (collines, portions de cours d'eau) et temporaires (bosquets) des génies, y respecter des interdits. Les bas-fonds sont particulièrement concernés (mares, arbres, bosquets, animaux aquatiques sacrés). Il y a un point commun entre la réciprocité attendue du bénéficiaire de services écosystémiques au gérant d'un parc national (rendre à la nature ses bienfaits sous la forme d'une protection, ou d'une reconnaissance à son protecteur), et ce prix symbolique dû à l'invisible, au génie gardien de la brousse. Mais il serait contestable de transformer en « service rationnel » (donc une option économique banale, fondée sur un « calcul ») une relation qui est d'abord « spirituelle » et donc existentielle, qui crée des obligations rituelles (Fournier, 2020). Plutôt que service culturel, on pourrait donc parler d'importance culturelle. Il convient donc d'être prudent dans l'usage de la notion SE, et ne pas tout lui demander. Elle sert une visée pédagogique en vue de déclencher un effort collectif de conservation des écosystèmes naturels, une valorisation de la biodiversité. Elle a aussi son intérêt pour redécouvrir des « utilités » oubliées ou peu visibles et sensibiliser les acteurs locaux à protéger ou restaurer ce qui peut l'être. On aura néanmoins intérêt à associer deux points de vue, scientifique et local, qui sont complémentaires et s'enrichissent mutuellement.

Par exemple en prenant le cas de l'arbre des bas-fonds :

- Le point de vue scientifique ou d'expert de la protection de l'environnement. L'arbre = carbone séquestré, bois, fourrage, PFNL, infiltration, fertilité, habitat, stabilisation du sol, charme d'un paysage.
- Le point de vue des riverains : les avantages perçus directs et indirects de l'arbre pour l'homme et ses cultures , pour l'animal domestique, pour les animaux sauvages, pour le climat local, les valeurs associées : ombre, fruits, médicaments, appel de la pluie, arbres- sources, fertilité, refuge, son « importance culturelle » ...) mais aussi ses inconvénients possibles : moins de rendement sous l'arbre, risques surnaturels, habitat de ravageurs, conduisant à un « arbitrage » entre des services et des desservices ;

Pour la faune des bas-fonds, la pêche est perçue par les scientifiques et experts comme une activité économique, un service d'approvisionnement en protéines animales. Le poisson peut dans une certaine mesure profiter au riz (consommation de larves de parasites...). Mais pour les femmes Dagara, il s'agit aussi d'un loisir, d'une activité communautaire comptant pour la cohésion sociale, et d'une activité nécessaire pour provoquer le début des pluies (mythe du silure). C'est pourquoi le poisson et la pêche ont une grande « importance culturelle ». Le crocodile est souvent sacré, en tant que gardien des eaux, ou associé à l'ancêtre mythique de certains clans. Donc la faune aquatique joue des rôles complexes, pour la sécurité alimentaire mais aussi le sentiment de sécurité, d'appartenance à un groupe, des fonctions symboliques existentielles, et les loisirs. La conversion d'un bas-fond au riz peut aussi faciliter la pêche sur les pertuis de digue, mais ne devrait pas détruire des lieux de reproduction, qu'il faut recenser avec les pêcheurs locaux. Elle devra donc ménager du mieux possible cette faune, lui réserver assez d'espace de reproduction et anticiper sur les risques de pollution ou de dérangement.

L'inventaire « scientifique » des services écosystémiques et desservices, du passé et du présent, repose donc d'abord sur l'inventaire des reliques écosystémiques (les ripisylves, garantes de la protection anti-érosive des berges, les cours d'eaux et mares), des arbres mais aussi des jachères et savanes (fertilité, fourrages, biodiversité).

L'inventaires des « services aux gens » repose sur une enquête (guide d'entretien en annexe 3), essayant d'inventorier les services écosystémiques d'hier, ce qu'il en reste aujourd'hui, en comparaison avec des milieux adjacents mieux préservés, et ceux attendus d'un aménagement du bas-fond. Il convient aussi d'inventorier les initiatives extérieures ou locales de restauration en vue de leur valorisation ou exemplarité (par exemple à Tialla, le meilleur état environnemental hors bas-fond aménagé (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), le Président de coopérative formé à l'agroforesterie et pépiniériste) et les ressources régionales pouvant appuyer des actions de génie écologique (ONG ODE, Services déconcentrés de l'Environnement).



Figure 18 : Services écosystémiques de régulation anti-érosive par les ripisylves à Tialla. Comparaison hors aménagement (ouest de la route, ripisylves dans chaque passage d'eau, parcelles bocagées) et zone aménagée (est de la route) où l'érosion à libre court dans un milieu complètement déboisé.

3.5 Analyse de scénario d'aménagement par bilan d'eau pour l'option de micro-barrage

3.5.1 Principes du bilan d'eau d'une retenue et intérêt pour le projet d'aménagement

Le volet hydrologie-hydraulique de l'étude de projet doit fournir des estimations robustes des surfaces potentiellement cultivables après aménagement en adéquation avec la ressource en eau mobilisable. Pour la riziculture, il doit aussi expliciter les conditions hydriques tels que les hauteurs et périodes d'inondation, à prendre en compte pour les choix de variétés et de conduite de la culture (semis ou repiquage, calendrier des opérations). Les changements d'aptitude des terres suite à l'aménagement sont essentiels à connaître, pour

évaluer les bénéfices attendus du projet mais aussi pour reconfigurer un parcellaire assurant une équité de conditions d'exploitation aux usagers.

Pour les aménagements de type micro-barrage, la méthode du bilan d'eau établissant la courbe d'exploitation de la retenue répond à ces objectifs et doit être mise en œuvre avec un paramétrage cohérent, en explicitant bien les hypothèses. Les approximations faites dans les APD consultées conduisent à des résultats biaisés sur les potentialités de mise en valeur.

Le bilan d'eau d'une retenue permet de simuler les dynamiques de remplissage et descente des plans d'eau à partir des données pluviométriques et de topographie (courbe Hauteur-Surface-Volume de la retenue fournie par l'étude topographique) et des jeux d'hypothèses de gestion à discuter avec les parties prenantes, notamment les règles de fermeture des vannes du barrage, les objectifs de surfaces irriguées et priorités d'usages, les calages des cycles de culture (riz et maraichage essentiellement). Ainsi les conditions d'un équilibre entre la ressource et les usages (surfaces irriguées, abreuvement, pêche) peuvent être identifiées. La méthode peut être un support à la concertation entre usagers pour la gestion des pertuis.

Pour le maraichage et l'arboriculture, il convient de s'intéresser à la durée d'extension possible de la saison d'irrigation compte tenu de la descente du plan d'eau, des hypothèses de recharge de la nappe, des arbitrages entre pompage sur la retenue ou sur les puits présents dans les jardins.

Pour le riz, il s'agit d'estimer les lames d'eau disponibles et le potentiel de surface cultivable dans les différentes franges du bas-fond, et de voir les implications sur les choix variétaux (longueur de cycle, hauteur des tiges) et les dates de semis selon la position dans la topo-séquence. La retenue peut ainsi permettre un semis précoce du riz si les pertuis sont fermés en début de saison et rouverts dès le déversement afin de réduire rapidement la submersion des jeunes plants de riz. Pour cela une organisation rigoureuse s'impose au risque que les pertuis se dégradent rapidement ou que le riz soit submergé avant la montaison. A des périodes hydrologiques critiques, notamment en cas de sécheresse, surtout au début et à la fin des saisons, on peut fermer les pertuis pour maintenir une éventuelle inondation du bas-fond.

La méthode comprend les 8 étapes suivantes :

- (i) La fixation des conditions initiales : capacité de stockage de la retenue
- (ii) Les conditions de remplissage : estimation des apports par les pluies et écoulements
- (iii) La durabilité de la retenue compte tenu de la dynamique d'envasement
- (iv) L'estimation des pertes par évaporation et par infiltration
- (v) L'estimation des besoins en eau pour l'irrigation des cultures et l'abreuvement
- (vi) L'établissement de la courbe d'exploitation de la retenue par bilan décadaire
- (vii) L'estimation des surfaces cultivables (riz et maraichage) bénéficiant de la retenue
- (viii) La gestion de la montée du plan d'eau en lien avec les types de riziculture

3.5.2 Illustration de la méthode bilan d'eau de retenue avec le cas de Doumba, Mali

3.5.2.1 Caractéristiques de la retenue en projet

Les conditions initiales sont données par la courbe hauteur -surface-volume de la retenue fournie par l'étude de base topographique de l'APD et le calage de la cote du déversoir. Afin de faciliter l'établissement de la courbe d'exploitation de la retenue, il est proposé d'ajuster des fonctions permettant d'estimer le volume d'eau et la surface de la retenue en fonction de la cote du plan d'eau (ou profondeur maximum). (figure 19)

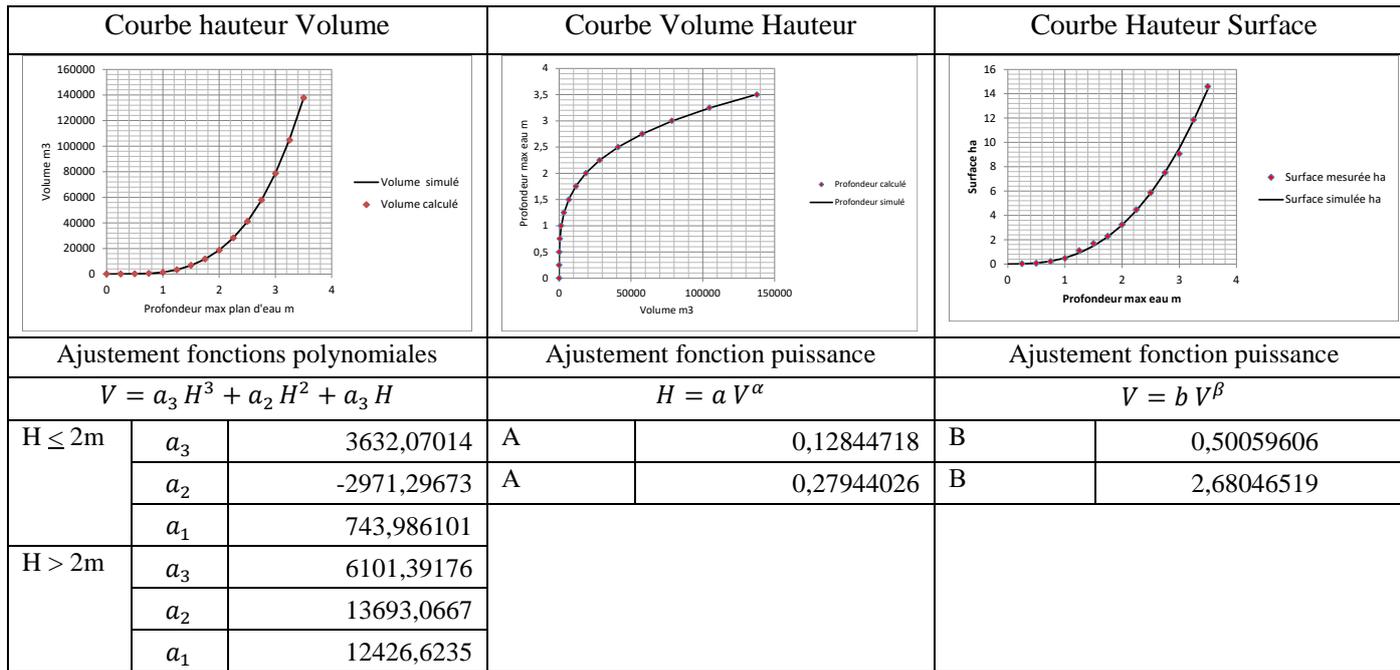


Figure 19 Courbes d'exploitation de la retenue d'eau de l'option 1 du micro-barrage de Doumba (source : topographie APS)

3.5.2.2 Estimation des apports annuels à la retenue et niveau de remplissage en début de contresaison sèche

La retenue est alimentée par les écoulements qui peuvent être évalués par le bilan hydrologique du bassin versant selon les méthodes de *Turc* et *Coutagne*. Ces méthodes sont basées sur la différence entre pluviométrie annuelle et déficit d'écoulement dû à l'évapotranspiration des couverts ; ce sont celles appliquées dans l'étude APS de Doumba. D'autres méthodes existent et évaluent les apports annuels par des modèles empiriques calés pour la zone soudano sahélienne (*Dubreuil-Vuillaume, Rodier* citées dans le Bulletin FAO d'irrigation et drainage n°54, 1996). La comparaison de plusieurs méthodes est recommandée compte tenu des fortes incertitudes de ces modèles appliqués à des bassins versants non jaugés.

Nous avons retenu pour l'estimation des apports une formule de *Coutagne modifiée* qui repose sur la lame ruisselée R (afin de tenir compte d'une fraction infiltrée), et introduit la surface S du bassin versant.

$$R_{moy} = (0,164 - 0,00145 \sqrt{S}) \cdot P_{moy}$$

Pour un bassin versant de surface S 17,86 km² et une pluie moyenne de 882 mm, nous trouvons une lame ruisselée en année moyenne de 139 mm, ce qui est sensiblement inférieur au résultat de l'APS qui donne un intervalle de 159 à 194 mm, vraisemblablement surestimé.

Les apports retenus sont donc les suivants :

Tableau 4 : Estimation du volume des apports d'eau annuels à la retenue (expertise COSTEA méthode Coutagne révisée)

Surface bassin versant Km ²	Pluie annuelle considérée mm		Coefficient de ruissellement	Volume des apports annuels m ³
17,86	Pluie moyenne	884	16 %	2 526 690
	Pluie en quinquennale sèche	765	11 %	1 529 845
	Pluie en décennale sèche	702	8 %	1 003 446

La capacité de la retenue est de 137 700 m³ ; elle ne représente donc que 5,4% du volume des apports annuels pour une pluviométrie moyenne, et 9% pour année quinquennale sèche, ce qui permet de poser avec confiance l'hypothèse que la retenue sera remplie en fin de saison des pluies, début octobre.

3.5.2.3 Durabilité des caractéristiques de la retenue compte tenu de la dynamique d'envasement

La capacité du barrage va se réduire à long terme avec les sédiments apportés par l'érosion du bassin versant.

Le volume des apports annuels moyens de sédiments (E) a été évalué dans l'APS en utilisant la formule de *Collet*. La comparaison des résultats avec ceux obtenus en appliquant les formules empiriques couramment utilisées dans la région (formules de *Gottschalk* et *Grésillon* CIEH-EIER) est donnée dans le tableau ci-dessous. Ces formules conduisent à une estimation de la durée théorique de remplissage par les sédiments de 2,7 à 3,5 fois inférieure à celle obtenue par la formule de *Collet* (140 ans) ; 40 ans pour *Gottschalk* et 50 ans pour *Grésillon* CIEH-EIER.

Le volume stocké correspondant à la cote du plan d'eau normal ne représentant que 6% de l'apport moyen annuel, une forte proportion des apports des crues va déverser en aval. Une grande partie des sédiments en suspension va être évacuée d'autant plus que l'effet d'écêtement sera faible du fait de la surface réduite de la retenue. Il y a donc tout lieu de penser que 140 ans paraissent une durée théorique de remplissage surestimée, la durée de 45 ans (moyenne des durées estimées par les formules de *Gottschalk* et *Grésillon* CIEH-EIER) est acceptable, ce qui est compatible avec une norme de durée de vie des ouvrages de 30 ans.

Tableau 5 : Comparatif des estimations du volume moyen d'envasement annuel de la retenue d'eau de Doumba

Paramètres	Formule <i>Collet</i>	Formule <i>Gottschalk</i>	Formule CIEH-EIER
	$E = 623 Q I$	$D = 260 S^{-0.1}$ $E = D S$	$D = 700 (P/500)^{-2.2} S^{-0.1}$ $E = D S$
Q : débit moyen naturel	1,12 m ³ /s		
I : pente moyenne du cours d'eau	1,68%		
S : surface du bassin versant	17,86 Km ²		
P : pluie moyenne annuelle	882 mm		
D : dégradation spécifique		194,8 m ³ /an	150,5 m ³ /an
E : volume moyen envasement annuel	982 m ³ /an.	3481 m ³ /an.	2648 m ³ /an.

Ces résultats attirent l'attention sur la nécessité d'aménagements anti érosifs et d'une ouverture des vannes lors des premières pluies ruisselantes pour évacuer le maximum de sédiments.

3.5.2.4 Estimation des pertes

- Les pertes par infiltration

Les pertes par infiltration dépendent de la nature du sol de la cuvette. L'infiltration d'une retenue est variable dans le temps. En effet cette infiltration diminue avec le temps avec l'apport et le colmatage des éléments fins. Les mesures faites sur les bassins versants en Afrique sub-saharienne par l'ORSTOM donnent des valeurs comprises entre 1 et 2 mm/jour ; soit une moyenne mensuelle d'infiltration de 0,046 m/mois (valeur reprise dans l'APS).

- Les pertes par évaporation du plan d'eau

Les pertes dues à l'évaporation du plan d'eau sont estimées comme dans l'APS en utilisant la formule proposée par Pouyaud ORSTOM. L'évaporation journalière $E_{j_{ret}}$ (en mm/jour) est estimée à partir de l'évaporation Bac Classe E_{j_A} (idem APS) par la relation $E_{j_{ret}} = 1,664 E_{j_A}^{0,602}$

Cette relation permet de calculer un coefficient de pondération de l'évaporation Bac classe A décadaire $Edec_A$ (m/j) donnant une estimation des pertes par évaporation décadaire $Edec_{ret}$ (m/j).

$$\frac{Edec_{ret}}{Edec_A} = 1,664 (100 Edec_A)^{-0,398}$$

3.5.2.5 Estimation des besoins en eau

Les besoins en eau comprennent ceux du riz, maraîchage et arboriculture en saison sèche ainsi que l'abreuvement des animaux. Les références données dans l'APS sont reprises ici

- Estimation des besoins en eau d'irrigation des cultures

Tableau 6 : Calendrier cultural du bas-fond de Doumba

Mois	JANV	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
Riz pluvial							[Barre]					
Riz inondé							[Barre]					
Maraichage	[Barre]											[Barre]

Riz inondé

En début de cycle lors de l'implantation du riz, les besoins sont satisfaits par la pluie. Lorsque son développement permet son inondation, l'évapotranspiration de la culture est proche de l'évaporation d'une nappe d'eau libre. Leurs besoins sont donc satisfaits lorsqu'on considère les pertes par évaporation correspondant aux surfaces rizicoles. C'est de ce fait une gestion adéquate du plan d'eau et du calendrier cultural qui permettra de satisfaire les besoins.

Maraichage

Les besoins en eau ont été estimés en moyenne à 70 m³/j/ha (idem APS) en saison sèche froide et 80 m³/j/ha en saison sèche chaude. Il est pris pour hypothèse que les eaux de la retenue seront utilisées pour l'irrigation

des cultures maraichères de saison sèche chaude (4 ha) lorsque le pompage dans les puits devient difficile (1ère décade Février – 3ème décade Avril).

- Estimation des besoins en eau du Cheptel (Idem APS)

Le Cheptel du village est estimé 1 530 UBT. Pour une consommation spécifique de 40 L/j/UBT, la consommation journalière de l'ensemble du cheptel est de 61,2 m³/jour.

La répartition saisonnière de cette consommation est la suivante :

- Octobre – Novembre : 25% de prélèvement au barrage soit 15,3 m³/j ;
- Décembre – Mai : 100% de prélèvement au barrage avec l'absence d'autres sources d'abreuvement, soit 61 m³/j.

3.5.2.6 Courbe d'exploitation de la retenue

- Méthode d'établissement de la courbe

La courbe d'exploitation est établie à partir du 1er Octobre, date à laquelle on considère : (i) que le réservoir est plein, la cote de l'eau correspond à celle du déversoir et (ii) qu'il n'y a pratiquement plus d'apports après fin Septembre compte tenu de la pluviométrie.

La courbe d'exploitation est établie au pas de temps décadaire par itération sur la base d'un bilan d'eau prenant en compte les prélèvements (abreuvement, irrigation) et les pertes (infiltration, évaporation).

Le bilan d'eau décadaire comprend 4 étapes :

i) soustraction des besoins exprimés en m³ (Abreuvement ABV(i), irrigation IRR(i) au volume stocké en début de la décade V(i) égal au volume stocké en fin de décade V(i-1) ;

ii) on détermine la hauteur maximum de l'eau stocké dans la retenue H_{int} (i) correspondant au volume initial V(i) soustrait des besoins (ABV(i)+IRR(i)) en utilisant l'équation de la relation volume – hauteur ;

iii) on détermine H (i), hauteur maximum de l'eau stockée dans la retenue en fin de décade i, par soustraction de H_{int} (i) des lames évaporées et infiltrées ;

iv) on détermine le volume stocké en fin de décade V(i) correspondant à H (i), hauteur maximum de l'eau stocké dans la retenue en utilisant l'équation de la relation hauteur – Volume.

Tableau 7 Processus de calcul pour établir la courbe d'exploitation de la retenue

Decade	Volume ini m ³	Abreuvement		Pompage maraichage			Vol intermédiaire	Hauteur intermédiaire	Perte infiltration m			Perte évaporation		Hauteur Finale	Vol final
	début décade	m3/jour	decade	surface	Vol/ha/jour	decade			jour	decade	Eto dec	Coef cor	Evap decade		
Dec 1 _Oct	137703	15,3	153	0	80	0	137550	3,50	0,0015	0,015	0,049	0,88	0,043	3,45	129894
Dec 2 _Oct	129894	15,3	153	0	80	0	129741	3,45	0,0015	0,015	0,049	0,88	0,044	3,39	122353
Dec 3 _Oct	122353	15,3	153	0	80	0	122200	3,39	0,0015	0,015	0,056	0,84	0,047	3,33	114667
Dec 1 _Nov	114667	15,3	153	0	80	0	114514	3,33	0,0015	0,015	0,049	0,89	0,043	3,27	107708
.....												

Dans la configuration donnée par l'APS, la courbe d'exploitation de la retenue du barrage 1 de Doumba est donc la suivante (Figure 20).

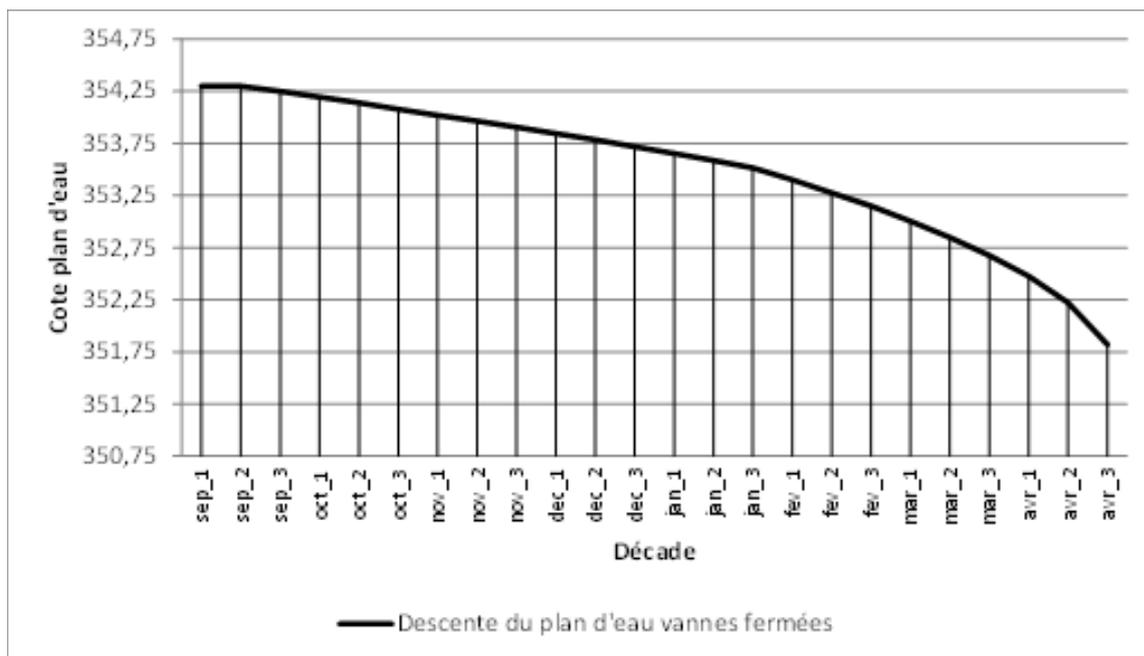


Figure 20 Courbe d'exploitation de la retenue d'eau du micro-barrage 1 de Doumba, établie sur la base des bilans d'eau décennaux

Il reste un volume d'eau résiduel fin Avril de 1860 m³ permettant d'éventuelles activités piscicoles.

- Estimation de la part des divers usages de l'eau et pertes en % du volume initial stocké

L'estimation de la part des différents usages de l'eau et pertes en fonction du volume initial stocké a été établie sur la base des bilans d'eau décennaux.

Elle met en évidence que le total des pertes représente de l'ordre de 71% du volume initial stocké comme illustré par la figure 21.

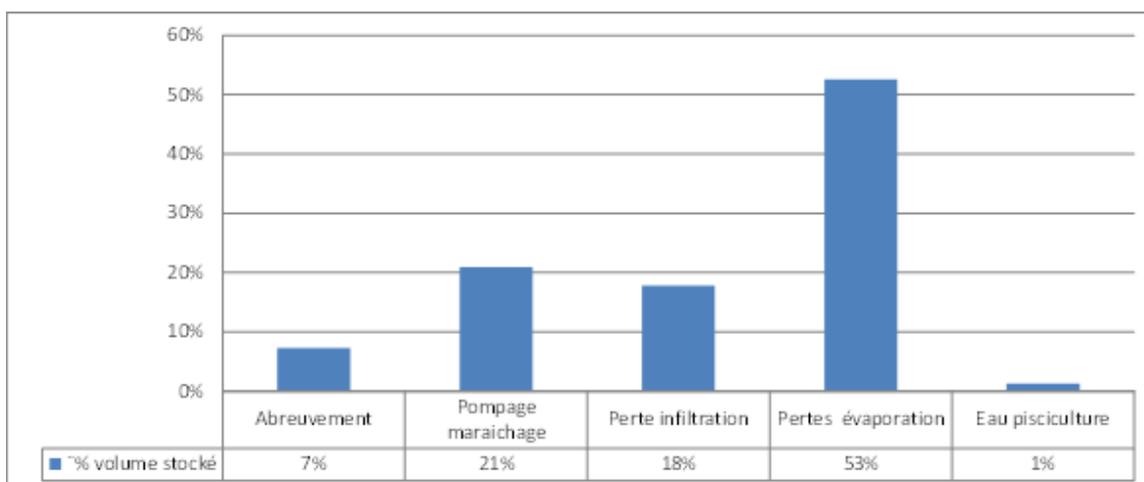


Figure 21 Usages de l'eau de la retenue et pertes en % du volume d'eau initial stocké

- Surfaces de la retenue pouvant être utilisées pour le maraichage

Les surfaces de la retenue utilisables pour le maraichage sont déduites de la courbe d'exploitation en transformant les volumes stockés en surfaces inondées (courbe hauteur- surface). Ces surfaces sont estimées à partir de celles dont l'eau s'est retirée en fonction du temps qui pourront être utilisées pour les cultures maraichères 1 mois après le retrait des eaux (récolte du riz, ressuyage, préparation du sol) figure 22.

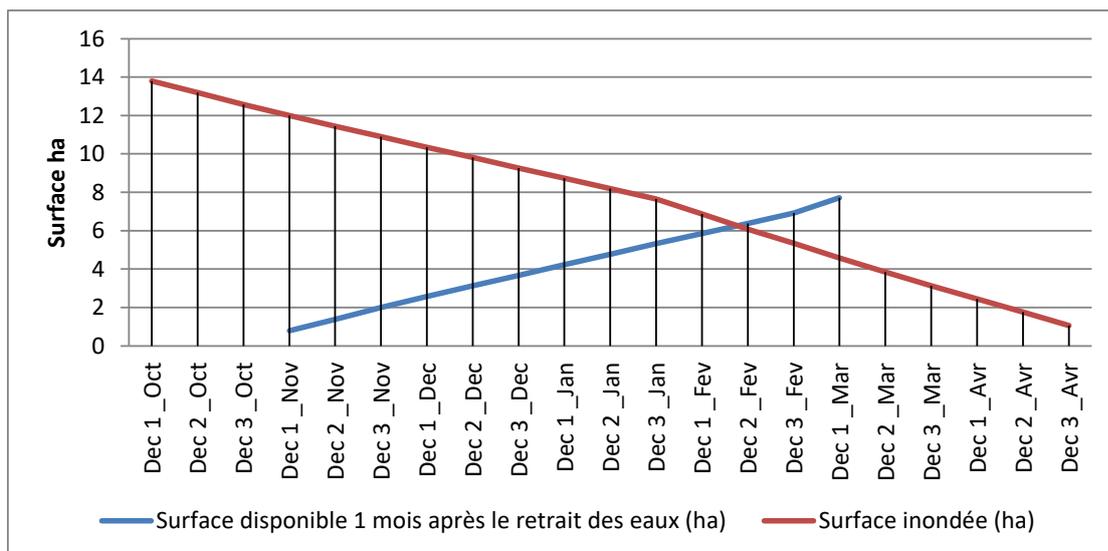


Figure 22 Evolution des superficies inondées et exondées, 1 mois après le retrait des eaux

Pour une date limite de mise en culture la première décade de Mars, des cultures maraichères peuvent couvrir 7,75 ha de la surface inondée à la cote normale (324,25 m). Il y a tout lieu de penser qu'en début de saison sèche la dynamique de descente de la nappe sera significativement impactée par la retenue dans la frange située à moins de 0,5 m au-dessus de la cote normale du réservoir. Ces conditions permettront de sécuriser l'irrigation de cultures de contre saison sèche froide sur 4,53 ha.

3.5.2.7 Gestion de la montée du plan d'eau pour la riziculture

- Estimation des surfaces de riz dont l'alimentation en eau profite de la retenue

La démarche d'estimation comporte 4 étapes :

i) Choix des types de riziculture :

- Riz inondé avec une lame d'eau d'inondation supérieure à 0,4 m et inférieure à 0,7 m considérée comme une hauteur d'eau maximale pour un riz à bonne productivité et récolté hors d'eau;
- Riz inondé avec une bonne maîtrise de l'eau, lame d'eau inférieure à 0,4 m et supérieure à 0,1 m ;
- Riz pluvial assisté dans la zone où la nappe sub-affleure et avec une lame d'eau d'inondation en période de crues.
- Riz pluvial de nappe dans la zone de bas de versant où la profondeur maximum de la cote du plan d'eau par rapport au TN inférieure à 0,5 m, conduit à une remontée de la nappe de versant au-dessus de cette cote.

ii) Définir à partir de la courbe d'exploitation, les franges correspondant aux différents types de conduite de la culture de riz et les surfaces correspondantes.

iii) Pour chaque frange définie, identifier la durée de cycle de culture permettant un semis sous pluie et une récolte sans avoir recours à une vidange partielle de la retenue.

iv) Définir la gestion de la montée du plan d'eau de sorte à accompagner le développement du riz.

Les résultats de l'application de la démarche à la retenue de Doumba sont illustrés par le tableau 8 d'analyse ci-dessous.

Tableau 8 Gestion de la lame d'eau à la parcelle en fonction des types de riziculture et des franges identifiées

Décade	Cote max eau retenue	Observation	Frange basse				Frange moyenne				Frange haute 1				Frange haute 2			
			Riz cycle long immersion forte				Riz repiqué				Riz pluvial assisté				Riz pluvial de nappe			
			Lame d'eau		max	0,6	Lame d'eau		max	0,3	Lame d'eau		max	0,1	Lame d'eau		max	0
			min	353,65	min	353,95 m	min	353,95	min	354,15 m	min	354,25 m	min	354,25 m	min	354,55 m		
Cote min	353,65	cote max	353,95 m	Cote min	353,95	cote max	354,15 m	Riz pluvial assisté	cote moy TN	354,25 m	Riz pluvial assisté	cote moy TN	354,55 m					
Surface	2,62 ha	Durée cycle	170 j	Surface	2,00 ha	Durée cycle	130 j	Surface	2,20 ha	Durée cycle	110 j	Surface	3,60 ha	Durée cycle	110 j			
DAS	h eau	cote eau	Phase	DAS	h eau	cote eau	Phase	DAS	P plan eau	cote plan eau	Phase	DAS	P nappe	cote plan eau	Phase			
juin_2	353,80																	
juin_3	353,80																	
juil_1	353,80																	
juil_2	353,80																	
juil_3	353,95																	
aout_1	354,10																	
aout_2	354,15																	
aout_3	354,25																	
sep_1	354,25																	
sep_2	354,25																	
sep_3	354,25																	
oct_1	354,20																	
oct_2	354,14																	
oct_3	354,08																	
nov_1	354,02																	
nov_2	353,96																	
nov_3	353,91																	
dec_1	353,85																	
dec_2	353,78																	
dec_3	353,72																	

La synthèse des résultats montre qu'il serait possible de sécuriser l'alimentation en eau de 10,42 ha de riz dans et autour de la retenue (Tableau 9). L'APS basée sur une approche seulement topographique évalue la surface cultivable en riz à 20 ha ce qui est nettement surestimé.

Tableau 9 Caractéristiques des franges, du calendrier cultural des types de riziculture et des apports d'eau à Doumba

Franges		Frange basse	Frange moyenne	Frange haute 1	Frange haute 2
Type riziculture		Riz cycle long immersion forte	Riz repiqué	Riz pluvial assisté	Riz pluvial de nappe
Limites de la frange	cote max	353,95 m	354,15 m	354,35 m	354,75 m
	cote min	353,65 m	353,85 m	354,15 m	354,35 m
	cote moy	353,80 m	354,00 m	354,25 m	354,55 m
Surface		2,62 ha	2,00 ha	2,20 ha	3,60 ha
Cote lame d'eau	Min	0,30 m	0,10 m	0,10 m	0,00 m
	max	0,60 m	0,30 m	0,00 m	0,00 m
	moy	0,45 m	0,20 m	0,05 m	0,00 m
Durée de cycle		180 j	130 j	110 j	110 j
Décade semis			juin_3	juil_2	juil_1
Décade repiquage				aout_1	
Décade maturité			déc_1	nov_1	oct_2
Décade récolte			déc_2	nov_2	oct_3

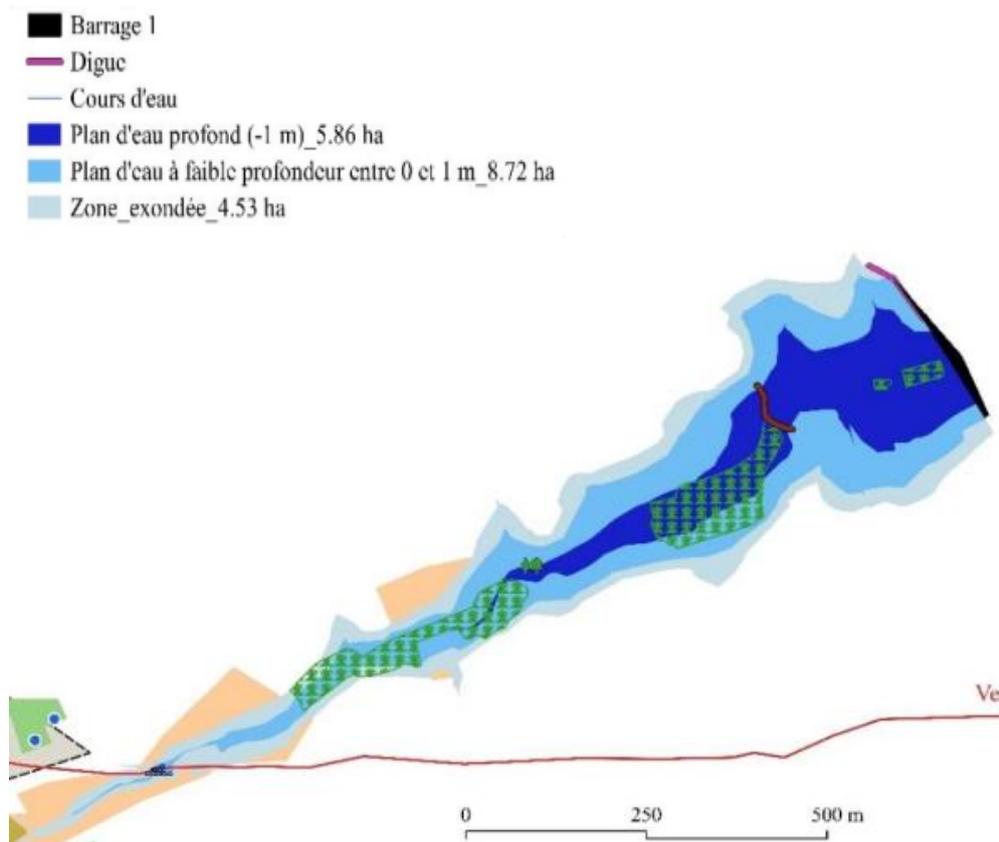


Figure 23 Carte des statuts hydriques des terres du bas-fond de Doumba impactées par l'aménagement

- **Règles de remplissage de la retenue induite par la riziculture**

Les règles de remplissage sont définies de sorte à :

- éviter l'inondation de la frange basse avant la fin de tallage du riz (cote < 353,8 m) soit avant la 3^e décennie de juillet ;
- avoir le maximum d'eau stockée à partir du mois d'août ;
- permettre le repiquage (niveau de l'eau < 0,1 m) et une montée progressive compatible avec la vitesse d'élongation du riz (cf tableaux d'analyse) de sorte à atteindre la cote normale fin août.

Ces règles se traduisent par le profil de courbe d'exploitation figure 24 :

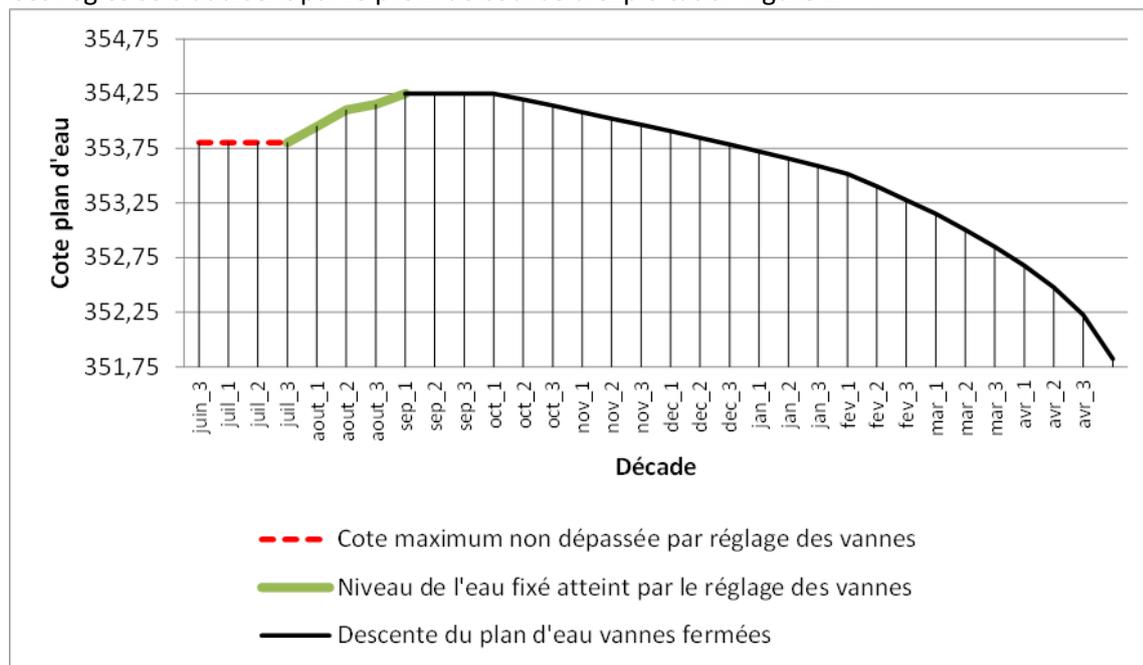


Figure 24 *Gestion de la retenue d'eau du micro-barrage de Doumba pour répondre aux contraintes des trois modes de riziculture*

Les cotes cibles devraient être facilement atteintes compte tenu de la surface du bassin versant.

- A la fin de la 3^{ème} décennie de Juillet, un volume stocké de 83 635 m³ correspond à la cote 353,80 m. Ce volume ramené à la surface du bassin versant (17,56 Km²) correspond à une lame ruisselée de 4,7 mm. Le rapport de cette lame à la pluviométrie du 20 Juin à fin Juillet dépassée 9 années sur 10 (190 mm) est de 2,4%, valeur très inférieure au coefficient de ruissellement annuel de fréquence décennale faible évalué à 8%.
- L'augmentation du volume prévu au cours du mois d'Août est de 54 090 m³ ce qui équivaut à une lame ruisselée de 3 mm. Le rapport de cette lame à la pluviométrie d'Août dépassée 9 années sur 10 (156 mm) est de 1,9 %, valeur très inférieure au coefficient de ruissellement annuel de fréquence décennale faible (8%).

3.6 Estimation des potentialités des nappes superficielles pour l'option d'aménagement destinée à la recharge et à l'irrigation de contresaison

3.6.1 Principes de l'approche sommaire de caractérisation du potentiel renouvelable de la nappe superficielle

Dans les régions plus sèches comme la zone sahélienne où les écoulements de surface dans les bas-fonds sont généralement de courte durée, les aménagements sont davantage destinés à la recharge des nappes et l'épandage des crues afin d'augmenter la capacité d'irrigation des cultures de contresaison. Les ouvrages consistent en des seuils d'épandage et rétention des crues, des micro-barrages de stockage d'eau, pouvant alimenter des puits en bordure de la zone d'inondation. Il convient alors de mieux appréhender la capacité des aquifères existants et leur potentiel de recharge. Nous proposons à partir de l'expérience du site de la vallée

de Founkoye au Niger où aucune donnée locale n'était préalablement existante, une approche en quatre étapes, de caractérisation sommaire de la nappe superficielle (alluviale) principale ressource accessible avec les moyens de pompage des paysans :

- (i) Caractérisation régionale des aquifères à partir des sources documentaires disponibles notamment dans les Directions régionales des ressources en eau (carte géologique régionale, coupes lithologiques de forages).
- (ii) Identification de l'aquifère local à partir d'une enquête sur un échantillon de puits du site répartis sur 4 ou 5 transects de la vallée : mesure de profondeur de la nappe à trois moments de l'année (hautes eaux en fin de saison des pluies, récession, plus basses eaux en fin de saison sèche), mesure de profondeur du puits, avis de l'irrigant sur la satisfaction de ses besoins en eau, la puissance et débits de ses pompes, la période de tarissement.
- (iii) Analyse des données piézométriques avec établissement d'une carte de profondeur de la nappe et d'une carte de variation du niveau (hauteurs de remontée). Ces cartes doivent renseigner le gradient d'écoulement de la nappe, la durée d'accessibilité à la nappe pour le pompage et les surfaces concernées.
- (iv) Estimation d'un potentiel théorique de la réserve renouvelable de la nappe d'après les données de remontées de nappe observées, les surfaces concernées et les informations ou hypothèses sur la porosité de l'aquifère. Ces volumes d'eau potentiels peuvent alors être mis en regard des besoins globaux des cultures pour un bilan d'adéquation.

3.6.2 Illustration avec le cas de Founkoye (Niger)

Ressources en eau souterraine

Les formations géologiques de la région sont marquées d'après la bibliographie, par la présence des différents niveaux aquifères suivants :

- Les nappes alluviales contenues dans les alluvions et colluvions des vallées. Elles sont situées à une profondeur inférieure à 15 m et présentent une capacité de production pouvant dépasser les 50 m³/h. Elles occupent généralement toutes les étendues des vallées, des lits mineurs au glacis. Les observations faites sur des puits et forages montrent que, bien que globalement continues à l'échelle de chaque vallée, les nappes alluviales sont complexes parce que les roches perméables qui les renferment sont parsemées de lentilles argileuses qui imposent localement des compartimentations. Elles peuvent aussi être en continuité hydraulique avec la nappe phréatique généralisée du Continental Terminal (CT) sous-jacente. Les nappes alluviales sont rechargées à partir de l'infiltration dans les lits des koris et des ravines tailladant les glacis.

- La nappe du Continental Terminal (CT) qui est une nappe phréatique généralisée dans la zone. A Founkoye, elle est logée dans des sables plus ou moins fins à oolithes ferrugineuses de l'Ader Douchi (CT1). La profondeur de la nappe varie entre 20 et 50 m, pour un débit acceptable de l'ordre de 12 m³/h. La qualité de l'eau est bonne pour tous les usages malgré une teneur notable en fer.

- Les nappes profondes du Paléocène, du Crétacé Supérieur et enfin du Continental Intercalaire Hamadien. Ces nappes plus ou moins généralisées dans la zone sont difficilement exploitables pour l'irrigation en raison soit d'un défaut de qualité (eau souvent trop salée ou corrosive), soit d'un trop grand coût d'exhaure.

La nappe alluviale, principale ressource mobilisable dans la vallée de Founkoye, est renfermée dans des sables plus ou moins grossiers à argileux. L'extension latérale de la nappe limitée à la vallée, varie entre 400 et 800 m. Elle est généralement absente sous les colluvions des glacis.

Les mesures réalisées en juillet 2022 dans un réseau de puits disséminés le long de la vallée montrent que la profondeur de la nappe varie spatialement entre 2 et 8 m (Figure 25). Elle est en moyenne de 4 m et augmente du lit mineur vers les glacis selon les recouvrements. Cette profondeur croît également d'aval vers l'amont de la vallée.

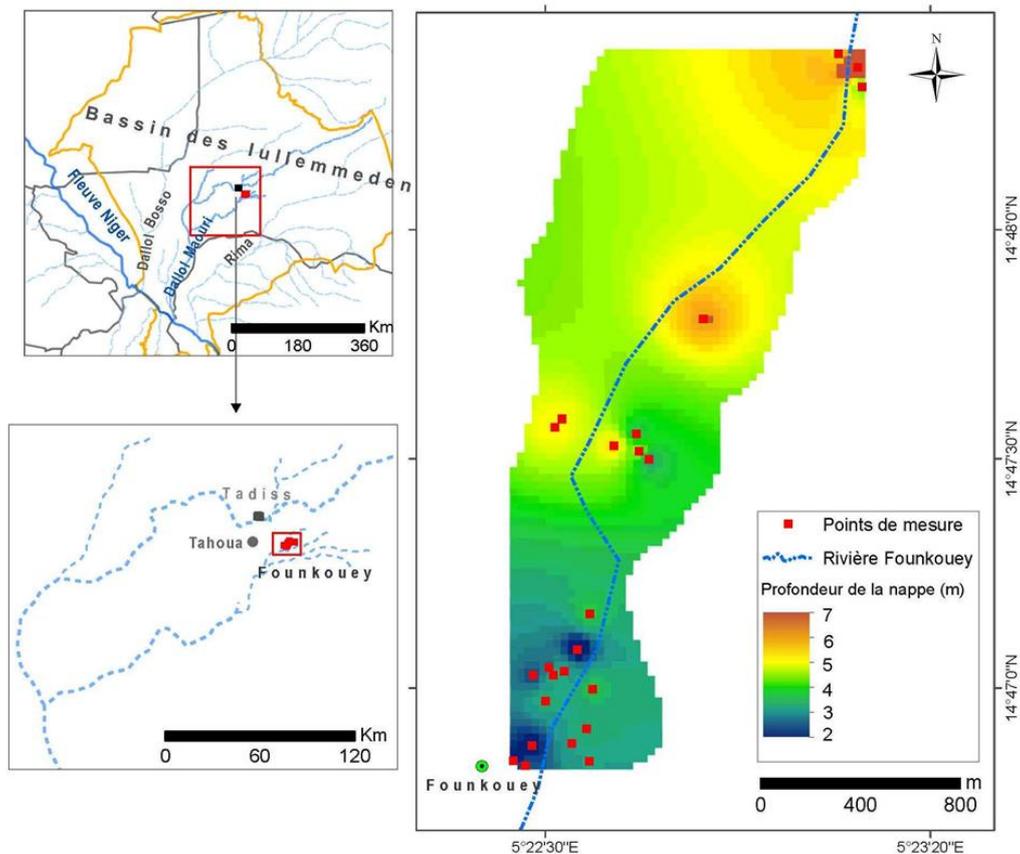


Figure 25 : Carte de Profondeur de nappe alluviale de la vallée de Founkouey en début de saison des pluies (source : Mission COSTEA juillet 2022)

Dynamique de la nappe alluviale

La carte piézométrique esquissée à partir des mesures (Figure 26) montre que les eaux de la nappe alluviale s'écoulent globalement du Nord-Est vers le Sud-ouest suivant la pente générale de la vallée. Cette dynamique suggère une disponibilité d'eau pouvant diminuer fortement à l'amont notamment en année de sécheresse. Les forages et les puits situés dans la partie aval sont les mieux dotés en eau.

Cette carte montre également un gradient hydraulique plus fort dans la partie aval, ce qui pourrait indiquer un écoulement souterrain plus soutenu dans la zone.

La contribution de nombreuses ravines et affluents latéraux dans la recharge de la nappe est aussi mise en exergue. Au-delà de l'effet attendu des seuils sur le ralentissement des écoulements pour favoriser l'infiltration, la recharge pourrait être renforcée grâce à des travaux de Conservation des eaux et des sols (CES) dans les zones de glacis.

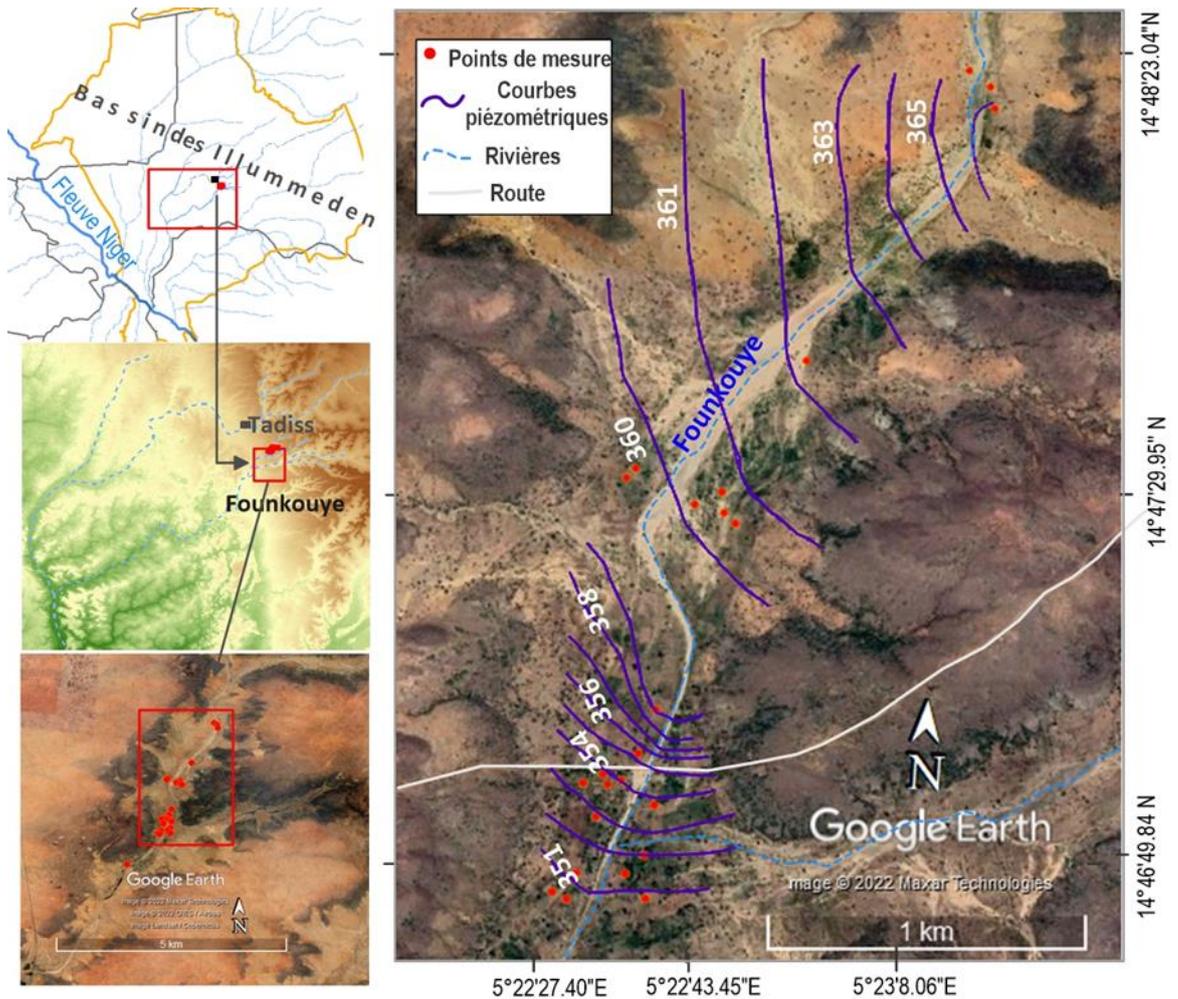


Figure 26 : Carte piézométrique de nappe de la vallée de Founkouye (source: Mission COSTEA juillet 2022)

Potentialités en eau souterraine

La superficie de la zone d'extension de la nappe alluviale dans la partie de vallée pressentie pour l'aménagement par des seuils est estimée à 290 ha. On peut alors avancer une estimation sommaire des volumes d'eau théoriquement mobilisables selon les battements de la nappe de 1 m à 3 m et des gammes de porosité effective de 15 à 25%, généralement observés pour les nappes similaires (cf tableau 10).

Les résultats indiquent des réserves renouvelables de 0,5 à 2 M m³/an, selon la pluviométrie et les conditions de recharge de la nappe. Ces réserves constituent un potentiel qui n'est toutefois pas entièrement exploitable car la nappe s'écoule aussi dans un milieu poreux et doit profiter à des aquifères en aval.

Tableau 10 : Réserves en eau renouvelables théoriques de la nappe alluviale de Founkouye (source : Mission COSTEA Niger 2022)

Battement remontée annuelle de la nappe (m)	Réserve renouvelables (Mm ³)		
	Porosité (%)		
	15%	20%	25%
1,0	0,43	0,58	0,72
2,0	0,87	1,16	1,45
3,0	1,30	1,73	2,17

3.7 Diagnostic socio-foncier

À des degrés variables, un aménagement hydroagricole recompose les droits inscrits dans des territoires administratifs, de gestion coutumière et dans des patrimoines lignagers et familiaux. La façon dont les droits antérieurs ont été traités, le degré de réorganisation foncière induite par l'aménagement, la façon dont sont définies les nouvelles règles d'accès à l'espace aménagé, ont des impacts qui se traduisent sous forme de gains et pertes. Un impact social et économique positif suppose que les perdants soient peu nombreux ou puissent bénéficier de compensations jugées satisfaisantes, et que les ménages les plus vulnérables aient accès au bas-fond aménagé et soient en mesure d'exploiter leur parcelle de façon efficace.

Il s'agit d'appréhender et de comprendre ces impacts futurs et de discuter la trajectoire souhaitée avec les populations pour les usages qui seront possibles après l'aménagement. Il est par exemple demandé dans les termes de références des études d'APD au Burkina Faso que soient déterminées « *avec les bénéficiaires les vocations précises du bas-fond aménagé* ». Il s'agit donc d'appliquer cette prérogative à travers un processus participatif et inclusif.

Au-delà d'une meilleure connaissance du territoire d'intervention, la généralisation de la cartographie foncière, mettant en évidence les espaces mis en valeur avant aménagement, et les espaces potentiellement valorisables post-aménagement (identifiant ainsi les nouvelles franges culturelles et les exploitants associés) pourrait permettre au projet de mieux connaître les propriétaires impactés par l'aménagement selon différents cas de figure : directement impactés par l'emprise des infrastructures, par un changement statuts hydriques des terres du bas-fonds ou par une meilleure valorisation des terres hautes.

A noter qu'une telle approche permettrait aussi aux bénéficiaires de mieux connaître la capacité du bas-fonds aménagé à « répondre » aux demandes de terres à cultiver. Il est en effet fréquent que tous les individus ayant apporté leur force de travail pour la collecte des matériaux nécessaires au chantier pensent pouvoir disposer d'une parcelle irrigable après aménagement. Ceci n'est pas toujours le cas et cela peut fortement réduire la durabilité sociale de l'intervention.

Il est important que ces éléments soient disponibles en fin d'APD afin d'aider les futurs bénéficiaires à se projeter dans les futures conditions de mise en valeur créées par l'aménagement. En l'état actuel, les personnes rencontrées ne sont pas en capacité d'expliquer ce que l'aménagement changera dans leurs modes de mise en valeur (car l'impact spatial de l'aménagement n'est pas suffisamment discuté avec les exploitants). Les bénéficiaires potentiels se projettent parfois dans des idéaux que le projet ne sera pas en mesure d'offrir (exemple : développement de l'irrigation à l'année grâce à l'aménagement).

La réalisation du diagnostic socio-foncier nécessite plusieurs étapes clés. Ces étapes sont proposées à titre indicatif comme des jalons essentiels du processus de diagnostic. Pour autant, des étapes intermédiaires peuvent être envisagées pour s'adapter aux contraintes et enjeux spécifiques à chaque site d'intervention. Il est vivement recommandé que les experts sociologues et/ou géographes en charge du diagnostic puissent adapter la méthode si des réticences ou des points de blocages sont identifiés, comme c'est souvent le cas pour les problématiques foncières. Dans ce cas, le temps passé pour une étape peut être rallongé (dans les limites des délais permis par l'étude) afin de laisser le temps aux bénéficiaires pour des échanges et concertations internes.

3.7.1 Comprendre les règles de gestion foncière pré-aménagement

La première étape de compréhension des règles de gestion foncière passe par des enquêtes socio-foncières et une analyse institutionnelle. A noter que cette première étape doit tenir compte de la **distinction entre les pratiques légitimes et la légalité**. En effet, les futurs bénéficiaires et parties prenantes du projet peuvent considérer certaines pratiques foncières comme légitimes sur le plan social et ce pour plusieurs raisons : (i) elles sont reconnues par les autorités coutumières ; (ii) elles sont inscrites dans des références et des habitudes anciennes ; (iii) elles ont toujours permis de limiter les conflits et d'assurer un accès au foncier cultivé. Pour autant, ces pratiques foncières ne sont pas forcément légales au regard de la législation foncière nationale. Or, les projets d'aménagement de bas-fonds visent généralement une meilleure sécurisation foncière (le PARIIS va plus loin avec pour ambition d'accompagner la formalisation foncière sur l'ensemble des sous-projets). Cette sécurisation requiert, à minima, d'agir en conformité avec le cadre légal. Le diagnostic socio-foncier ne pourra donc pas faire l'économie d'une rapide revue des textes encadrant la maîtrise du foncier rural dans le pays d'intervention concerné (p.ex. loi portant sur le régime foncier rural au Burkina (2009), loi sur le foncier agricole au Mali (2017), ou code rural adopté au Niger depuis 1993).

A l'échelle plus spécifique du territoire d'intervention, l'ambition de cette première étape est d'identifier les institutions impliquées dans la gouvernance foncière et de préciser leurs rôles. Il est essentiel que le diagnostic des systèmes locaux de gestion du foncier mette en avant les recoupements et lacunes éventuels dans leurs mandats et dans leurs échelles d'intervention et les moyens dont disposent réellement ces institutions pour accompagner la gestion foncière du bas-fonds (moyens humains, financiers, de contrôles et coercition).

L'assemblée villageoise est l'arène la plus appropriée à cette étape afin d'obtenir un consensus sur la pratique réelle et non sur des rôles et responsabilités théoriques. Les appuis différenciés de certaines institutions à certaines catégories d'usagers pourront éventuellement être identifiés et explicités grâce à une plus large participation.

Les **résultats attendus** de cette étape sont : (i) une analyse fonctionnelle des parties prenantes dans la gestion foncière du bas-fond ; (ii) une liste des améliorations attendues par les bénéficiaires pour une gestion plus durable et équitable du foncier ; (iii) des recommandations pour le renforcement de capacités des institutions pertinentes pour la gestion du foncier du bas-fonds.

3.7.2 Délimiter l'espace impacté par l'aménagement et les enjeux fonciers associés

La seconde étape du diagnostic socio-foncier consiste en la délimitation de l'espace foncier impacté par l'aménagement, c'est-à-dire l'espace au sein duquel la donne foncière pourrait évoluer (i.e. délimitation des franges culturelles selon l'accès à l'eau et revalorisation de la terre, parcellisation, modalités d'accès et de gestion, etc.). Cette étape est une réponse à la difficulté pour les bénéficiaires d'appréhender avec précision quel espace bénéficiera réellement de l'effet de l'aménagement. Au Niger par exemple, l'impact des ouvrages projetés à Founkoye sur la remontée de la nappe phréatique étend théoriquement leur influence très en amont et en aval des axes retenus. De plus, les usagers dépassent parfois l'échelle villageoise et peuvent engager un usage territorial élargi du bas-fond impliquant plusieurs villages et plusieurs hameaux. Des usagers temporaires, comme les éleveurs ou collectifs d'éleveurs, ont des usages qui dépassent également les limites topographiques du bas-fond.

Cette étape devra être **menée avec un groupe de travail** incluant à minima les représentants de la chefferie, de la commune, de la commission foncière (COFO) ou du comité foncier selon les cas, et des principaux types d'usagers (agriculteurs, éleveurs, etc.). Il s'agira de veiller à la représentativité des différents villages et hameaux le cas échéant car les bas-fonds, en tant qu'espace physique, peuvent constituer les limites de territoires coutumiers et ainsi être à cheval entre plusieurs espaces sociaux, villages, voire autorités. Le travail de ce groupe sera facilité par l'expert sociologue/géographe et l'expert génie rural du bureau d'étude en

charge de l'APD. Les principaux inputs nécessaires sont un fond topographique indiquant les limites de la zone d'inondation potentielle et la carte des statuts hydriques des terres découlant des modèles hydrologique et hydraulique simulant le fonctionnement de l'aménagement.

Les **résultats attendus de cette étape** sont : (i) une cartographie des enjeux fonciers dans la zone d'influence de l'aménagement (correspondant à l'ensemble des zones d'influence cumulées des différents ouvrages dans le cas d'aménagements en cascade) ; (ii) les minutes des échanges afin d'identifier le plus en amont possible les points de tension autour de la question foncière (en général ou spatialisées) qui seront à aborder aux étapes ultérieures.

3.7.3 Identifier les propriétaires et ayant droits

Cette étape est essentielle pour s'assurer d'une **caractérisation appropriée des individus et des collectifs détenteurs de terres dans la zone à aménager** (cf. délimitation foncière issue de l'étape précédente).

Dans un premier temps, la zone du bas-fond devra être parcourue pour réaliser entre 3 et 5 transects selon l'étendue des sites. Un **groupe d'environ 5 personnes pourra être constitué pour chaque transect**. L'objectif est que chaque groupe identifie les usagers le long du transect puis leurs voisins directs. Dans un second temps, chaque groupe réalisera une restitution de son travail en assemblée villageoise.

Les **résultats attendus** de cette étape sont : (i) (à la fin de la journée) une cartographie participative présentant les transects réalisés ; (ii) (après environ 1 semaine) une liste des ayants droits précisant dans quel sous-ensemble spatial (i.e. compris entre deux transects) chaque personne a des droits fonciers et si elle les exerce ou non. Il est important de laisser le temps aux villageois d'élaborer cette liste de manière contradictoire avec le visa des autorités jouant un rôle dans la gouvernance foncière (autorités coutumières, commune et instances locales de gestion du foncier). Au Burkina Faso par exemple, il s'agit du service foncier rural, de la commission de conciliation foncière villageoise et de la commission foncière villageoise ;

3.7.4 Anticiper les procédures de réattribution et de formalisation foncière

La seconde étape concerne la **réflexion partagée sur les modalités de réattribution**. L'ambition d'un aménagement peut être soit de sécuriser l'accès à l'eau pour les terres déjà cultivées, soit d'accroître le foncier cultivable grâce à un meilleur accès à l'eau. Dans tous les cas, il convient de retenir que très peu de terres d'Afrique subsaharienne sont vacantes et sans maîtres. Ainsi, l'aménagement engagera nécessairement un questionnement sur la redistribution du foncier cultivable. Pourtant, la question de la réattribution (redistribution) du foncier cultivable après aménagement n'est pas approfondie dans le cadre des projets d'aménagement. Les études APD mentionnent le besoin de constitution d'un comité de gestion local supervisé par la mairie pour traiter la restructuration foncière, mais la question de la réattribution est reportée au post aménagement. Seules quelques personnes ressources rencontrées sur les sites témoignent de ce qui a été mentionné sans détails par certains bureaux d'études. Or, l'étude COSTEA sur les différents sites a montré qu'il existe effectivement des espaces appropriés mais non cultivés sur la plupart des sites, faute d'accès à l'eau et/ou faute de moyens de production. Il n'est pas certain que les propriétaires disposent après l'aménagement des capacités humaines, techniques et financières pour exploiter la totalité de leurs parcelles.

Cette question n'est pas traitée dans les études pré-aménagement telles qu'elles sont pratiquées. A Senou au Mali, le bureau d'études a identifié 19 propriétaires fonciers (le site est de taille réduite) et l'hypothèse retenue est que les mêmes familles vont être attributaires des parcelles. Les experts sociologues mobilisés pour l'étude COSTEA ont reçu les témoignages de bénéficiaires qui disent pouvoir « *se débrouiller comme avant* » (Niger) ou « *se réunir en comité avec la mairie une fois l'infrastructure réceptionnée* » (Mali). Dans l'APD de Doumba (Mali), il est écrit : « *Une fois l'aménagement achevé, les bénéficiaires s'accordent à partager équitablement* »

les parcelles entre les femmes et les hommes ». Il est primordial que le processus de redistribution des parcelles cultivables soit traité avec attention (i.e. pour s'assurer que chacune sera effectivement cultivée) car il apparaît comme une condition nécessaire pour assurer la durabilité du projet.

A titre d'exemple, l'un des facteurs de succès de l'expérience de Kissakoro qui a récemment fait l'objet d'une communication au 4ème Salon Africain de l'Irrigation et du Drainage (SAFID) est l'importance du « dialogue social qui s'est articulé autour de l'identification des anciens exploitants des terres, l'évaluation de la superficie par exploitant, l'élaboration d'un plan d'occupation, et a abouti à la signature d'attestation de cession foncière individuelle et d'une convention locale d'entente foncière ».

Les focus groups animés par les experts sociologues de l'étude COSTEA ont aidé à mieux comprendre les délimitations entre les zones à forte pression foncière et les zones moins convoitées à défaut d'avoir eu le temps nécessaire à l'établissement d'un parcellaire.

Pour rappel, la plupart des projets d'aménagement de bas-fonds se fixe comme objectif une meilleure formalisation foncière du parcellaire après aménagement avec l'appui de structures locales. Ces structures, appelées Opérateurs de Planification du Développement Local (OPDL) dans la démarche PARIIS, prestataires ou relais endogènes par d'autres projets, ont souvent en charge la facilitation de la gestion du foncier et l'appui à la formalisation foncière mais force est de constater qu'elles n'ont pas toujours les capacités requises. La cartographie permettrait à ces structures d'accompagnement de disposer d'une situation de référence et d'un prétexte pour discuter d'éventuels cas litigieux laissés en suspend lors de la cartographie.

Des temps de réflexion collective d'environ ½ journée avec le groupe de travail constitué lors de l'étape précédente sont nécessaires pour réaliser cette étape. Il est essentiel que ces temps incluent des bénéficiaires potentiels au-delà du groupe social ou de la famille qui est à l'origine de la demande d'aménagement. Ceci dans le but d'éviter une instrumentalisation et une récupération du projet pour des ambitions de politique locale. Les séances devront permettre d'explorer les solutions collectives apportées selon différents cas de figure qui pourraient se présenter, par exemple :

- Mise en culture d'un espace pastoral du bas-fond
- Mise en culture d'un espace de culture pluvial dont le droit d'usage est reconnu à un individu
- Impossibilité de mise en culture de parcelles situées juste à l'amont de l'aménagement (retenue d'eau)
- Attribution de terres à un bénéficiaire qui ne cultivait pas dans le bas-fond avant aménagement

Les **résultats attendus** sont, pour chacun des cas de figures (liste ci-dessous non exhaustive) : (i) une liste permettant d'identifier précisément les demandeurs ; (ii) un manuel sommaire permettant de définir les modalités de compensation, de redécoupage de l'espace cultivé (par exemple en parcelles en lanières pour suivre la toposéquence), de réallocation de parcelles, de sélection des demandeurs, etc. et les acteurs responsables. Les principes d'équité dans l'accès au foncier aménagé devraient être discutés avec les populations et les gestionnaires coutumiers de l'espace foncier, non pas seulement pour se prémunir du risque de conflit, mais pour garantir un accès équitable et juste (au sens des acteurs eux-mêmes) pour l'accès aux terres.

3.8 Analyse de la fonctionnalité des collectifs

Les collectifs de producteurs, qu'il s'agisse de coopératives, associations, comités ou autres existant sur le terrain, sont essentiels pour la réussite des projets d'aménagement. L'enjeu est, à court terme, que le projet puisse avoir des interlocuteurs fiables pour les activités à dimension collective et, à long terme, d'assurer la gestion durable de l'aménagement par des acteurs organisés et compétents qui pourront servir de relais aux services déconcentrés de l'Etat et aux futurs partenaires.

L'analyse ex-ante de la fonctionnalité des collectifs qui peuvent être concernés par l'aménagement doit être partie intégrante de la réflexion au stade APD.

La première question à se poser concerne le mandat (et l'expérience) des formes d'organisation collectives préexistantes : leur mandat inclus-t-il ou pourrait-il inclure la gestion d'un futur aménagement et/ou de l'espace qui sera irrigué après aménagement ? Si leurs fonctions ne concernent pas le développement hydroagricole, ou leur expérience est à une échelle trop réduite (p.ex. un groupement maraîcher autour d'un puits comme c'est le cas au Burkina ou au Mali ne sera pas forcément en capacité de gérer l'ensemble d'un aménagement hydroagricole), il semble peu pertinent de chercher à les étendre. Dans ce cas, une nouvelle entité doit être créée. C'est d'ailleurs ce qui a été observé sur les nouveaux aménagements au Mali et au Burkina Faso, mais sans que soit précisés leurs modes de collaboration avec les organisations préexistantes. L'enjeu est que ces nouvelles entités aient des fonctions centrées sur la mise en œuvre et le suivi du respect du cahier des charges d'exploitation du bas-fond. A noter que le type d'organisation collective devra alors être défini selon la législation en la matière. Il n'est par exemple pas opportun de créer un comité ad hoc si seule la forme coopérative est reconnue dans la législation nationale et permet d'accéder aux services aux producteurs ou au financement agricole. Au Mali par exemple, le PARIIS est d'ailleurs déjà confronté à la nécessité d'accompagner le processus de mutation des comités de gestion en coopératives.

La figure 27 présente les différents questionnements qui devraient animer la réflexion sur les entités de gestion avant aménagement et les activités à mener par le projet en appui à l'organisation collective.

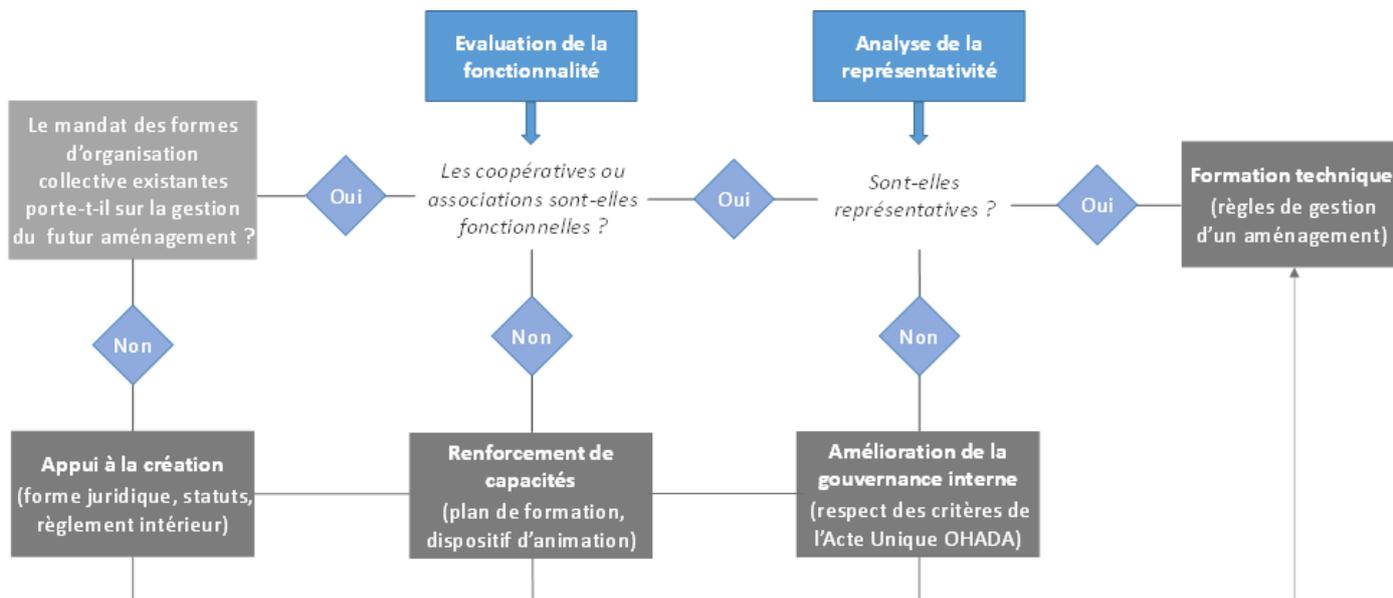


Figure 27 : Processus d'accompagnement des formes d'organisation collective par les projets d'aménagement (source : T. Hertzog)

Au stade APD, il serait illusoire d'imaginer pouvoir mener des activités d'appui à l'organisation. Non seulement le temps des APD est trop court (les projets sont contraints à lancer rapidement l'exécution des travaux), mais l'expérience montre aussi que les bénéficiaires ont des difficultés à s'investir dans des activités de formation et d'accompagnement tant qu'ils ne réalisent pas précisément la nature de l'aménagement, ses effets et les besoins qui justifieraient une organisation plus efficace.

L'objectif au stade APD est d'identifier les types d'activités qui devront être déroulés pendant la phase de travaux et la première campagne de mise en valeur (i.e. appui à la création, renforcement de capacités, amélioration de la gouvernance interne).

Les bureaux d'études en charge des APD devraient donc, à minima :

- (i) caractériser sommairement les formes d'organisation collectives existantes concernées par le bas-fond (nom, date de création, mandat, nombre de membres, territoire d'adhésion, etc.) ;
- (ii) évaluer leur fonctionnalité (organisation de réunions régulières, tenue des documents essentiels, capacité à collecter des redevances ou cotisations) ;
- (iii) analyser leur représentativité (origine des membres selon les villages ou quartiers, recyclage des membres du bureau, etc.).

L'élaboration des documents de constitution des coopératives ou comités (en prenant en compte les textes en vigueur concernant ce type d'organisations), et la conception des plans de formation sortent du cadre de l'APD et devront être confiés à des opérateurs spécialisés.

4. Conclusion

Notre expertise de 6 bas-fonds en cours d'aménagement a mis en évidence un certain nombre d'omissions des études Avant-Projet, masquées par le professionnalisme des APD et NIES, dont la forme tend à occulter le fond lacunaire, déséquilibré et souvent standardisé. Il s'ensuit qu'un certain nombre d'enjeux des bas-fonds et leur futur aménagement n'ont pas le traitement qu'ils méritent, et particulièrement celui de leur durabilité écologique, celle des modes de mise en valeur plus durables, et les questions d'équité sociale.

Aussi, pour passer « d'études formalité » à un diagnostic authentique et équilibré en vue d'un aménagement plus durable, il faudrait redéfinir les objectifs, l'équilibre des thématiques abordées, la place de la cartographie et de la participation.

Pour connaître la faisabilité de ces additions thématiques en termes de coûts, de temps et ressources humaines, il faudrait déjà partir de l'existant. Mais le principe est plutôt d'équilibrer les coûts entre les différents thèmes, et de déplacer des diagnostics (par exemple la base ligne environnementale) dès le stade APS-APD.

On pourrait aussi proposer un principe de diagnostic évolutif pour mieux prendre en compte la saisonnalité agricole, le cycle de projet et la progression des réflexions dans la population partenaire.

Pour éviter l'inflation des coûts, on pourrait distinguer deux « niveaux » d'étude : des diagnostics à portée régionale, très complets et approfondis, mobilisant des chercheurs et des experts, et des diagnostics plus légers à portée locale du site, mobilisant seulement des experts aux profils plus transversaux, et aux compétences renforcées en cartographie.

Bibliographie

- Fournier A., 2020. L'agroécosystème et les génies chez les Sèmè du Burkina Faso. Réflexion sur la notion de services écosystémiques culturels. *Cah. agric* : 2020, 29 :25.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. *Ecosystems and human well being : synthesis*. Washington,, DC (USA). Island Press, 155p.
- Serpantié G., Ouattara B., 2001. Fertilité et jachères en Afrique de l'Ouest. In *La jachère en Afrique tropicale*-Ch. Floret, R. Pontanier, John Libbey Eurotext, Paris pp. 21-83
- Terrasson, F., 1993, *La peur de la nature*. Paris, Ed. Sang de la terre.

Annexes : Outils de terrain utiles au diagnostic intégré

Annexe 1 : Fiches de diagnostic des ressources et des pratiques dans le bas-fond (diagnostic agro-socio-environnemental)

Diagnostic en deux passages, saison sèche et saison des pluies

Annexe 1.1 Diagnostic paysager des ressources agricoles (en transect accompagné en saison sèche)

Unité de paysage :	Avant aménagement	Après aménagement
Occupation du sol (classes en %)		
Zone morphopédo, modelé topographie		
Régime eau en saison des pluies Régime eau en saison sèche, Aléas hydros Erosion Sites d'accès à ressources en eau et périodes		
Sol principal (par zone morpho-pédologique) et propriétés, comportements		
Etats apparent		
Sous-sols		
Autres ressources (bois, pastorales, pêche, cueillette)		
Diagnostic d'ingénieur		
Diagnostic locaux (tenanciers, exploitants)		

Annexe 1.2. Pratiques de mise en valeur agricoles (par Unité de paysage, par saison) selon accompagnateurs et de visu.

Unité de paysage :	Avant aménagement	Après aménagement
Saison :		
taille parcelles, type de culture pérenne, cultures saisonnières		
tolérance inondations/nécessitant irrigation		
systèmes de cultures (espèces, variétés, associations, multi-étagements, successions, formes de fertilisation, taux de jachères, durées)		
Pratiques culturales : calendrier cultural sommaire (mois et modalité début fin par opération: préparation, implantation, fertilisation, désherbage insectes, gestion eau; gestion résidus) mécanisation/outil influence de formations, encadrement, commerce, voisins etc,		
diagnostic ingénieur contraintes et atout efficacité agronomique par unité de paysage (retards approvisionnement et ITK, dysfonctionnements, contraintes, résultats, pbs environnementaux, etc)		
diagnostic local : classification locale, résultats, contraintes ou atouts par type de culture, difficultés de conduite des cultures, innovations, qualité intrants, liens avec régimes hydriques		

Annexe 1.3. Ressources et pratiques pastorales sur transect ou sur carte des unités de paysage

Transect avec un groupe d'éleveurs. Une fiche par unité de paysage et par saison.

Unité de paysage :		
Saison :	Avant aménagement	Après aménagement
type, nombre et origine des animaux (locaux, transhumants)		
Types de pâturage recherché (graminées pérenne, légumineuses, aérien etc)		
formes de mise en défens ou d'accès aménagé, conflits de dégâts, couloirs d'accès aux bas-fonds ,voies de passage (diffuse ou dédiées)		
diagnostic de la contrainte "divagation« pour les activités maraichères et autres		
Gestion de bourgoutières, fauche, stockage, calendriers pâtures etc, conflits d'usages		
Gestion de points d'eau/autres activités Conflits d'usage d'eau		
type d'élevage sédentaire, transhumants) périodes		
Accès à l'ombrage		
Qui fait pâturer ? Qui gère ? Qui peut convertir ? Egalité d'accès?		
biodiversité et qualité des pâturages		
Rentabilité de l'élevage		

Annexe 1.4. Ressources et pratiques forestières (transect accompagné)

Unité de paysage :	Milieux boisés, ripisylves		Arbres isolés et bosquets des zones cultivées
Type de milieux boisés/espèces/écologie		espèces	
taux de couverture arborée/arbustive		densité du parc arboré	
usages et destinations principaux (bois, cueillettes etc)		diversité	
type de pratiques de mise en place, d'entretien ou conservation : reboisements, jachères, forêts sacrées, forêts de production, zone inculte, actions de régénération...		arbres remarquables	
gestion individuelle/collective		Esp précieuses (pharma copée) ou protégées	
Etat de la ressource, potentialités de reboisement ou régénération, risques érosifs liés aux lieux de prélèvement		arbres sur aménagement	
durabilité écologique de l'exploitation		usages	
qui exploite, qui gère, qui possède		Rôles, services	
Usages, rôles, services, contribution économique		contribution économique	
Changements prévus après aménagement		Changements prévus après aménagement	

Annexe 1.5 : Autres ressources et usages du bas-fond (par saison et par Unité de paysage)

Unité de paysage :		
Saison :	Avant aménagement	Après aménagement
carrière (argile, granulats, traitement de minerais avec risques de pollution)		
ressources et activités de pêche		
ressources et activités de chasse		
Ressources et cueillette (notamment herbes de sauce, ressources de disette, de soudure)		
Enjeux environnementaux du point de vue de l'expert		
Enjeux environnementaux du point de vue du paysan		

Annexe 1.6. Pratiques agricoles actuelles et envisagées (focus group auprès des exploitations, des groupes de femmes et du bureau de la coopérative, de l'encadrement) par saison et par unité de paysage (début saison humide, saison humide, saison froide, saison chaude)

Groupe :		
Unité de paysage :		
Saison :	Avant aménagement	Après aménagement
Systeme de culture (successions, énergie utilisée, variétés, modes de prépa sol, mode implantation, herbicidage, modes d'entretien, modes de fertilisation, mode de gardiennage, date récolte)		
stratégie (place et rôle de cette production) fonctions attribuées à cette spéculation (nourriture, revenu, réduction du risque climatique....)		
% destinations des productions (autoconso; vente) et filières de commercialisation		
contraintes et risques (eau, adventices, fertilité, main d'œuvre limitante saisonnièrement, autres usages concurrents, manque de certains matériels, et intrants, manque d'espace....)		
Diagnostic ingénieur : niveau de technicité, contraintes à lever, objectifs sous-jacents, antériorité donc savoir-faire; améliorabilité, capacités des paysans à investir plus		
diagnostic plus social (organisation des travaux, inégalités...qui cultive et dans quel type de champs (collectifs, individuel), tenure, éloignement		
Diagnostic paysan : Problèmes perçus, attentes		

Annexe 2 Diagnostic agronomique du Riz - Illustration avec le cas du bas-fond de Nambé (Burkina Faso)

Annexe 2.1 : Diagnostic agronomique du riz Nambe - Etat cultural

Enquête parcelle Riz	Bilan des 14 enquêtes parcelle	commentaire
Date enquête/observation:	06/10/2022 puis 29/10/22	
Village du Bas-fond :	Nambe	
Unité de paysage	zone Ouest peu inondé; zone ouest inondé, bord Nord, aval déversoir	
Nature de la parcelle (individuelle, collective)	15% collectives familiales, 85%individuelles	
Statut foncier de la parcelle (propriétaire en propre, propriétaire indivis, location, emprunt)	53% emprunté au mari, 8% emprunté à un autre producteur, 8%propriétaires indivis, 31% propriétaire en propre	
Identification de l'exploitant :		
Age (ans) :	hommes 22-67 ans (moy 39) ; femmes 32-70 ans (moy 47)	
Sexe : (% dans l'échantillon)	38% hommes, 62% femmes	
Niveau d'instruction (aucun, alphabétisé en langue, primaire, secondaire, école coranique) :	femmes : analphabètes ou alphabétisées en moré, hommes alphabétisés en moré ou primaire	
Nombre d'années d'expérience dans le riz :	femmes: 1 à 50 ans d'expérience du riz; homme 7 à 40ans	
Observations Terrain		
Présence d'arbre :	pas d'arbres	
Texture sol selon ingénieur	argilo-sableux (5) argilo-limoneux (6); argileux (2)	
<u>Nom sol selon agriculteur :</u>	"tande bolga" (argileux)	
Types parcelles (casiers, continue)	casiers à 92%, continu 8%	
surface un casier	casier moyen 2 ares (80m ² à 367)	innov.
surface calculée (ares)	surface moyenne femmes : 17ares (5 à 40); hommes 31 ares (8 à 86)	
Aménagements (diguettes de rétention, rigoles, grosses digues, murs, arroseurs, etc.)	11 diguettes interne de rétention d'eau (casiers), un externe, un rien	
Antériorité		
culture en 2021	11 sur riz, 2 sur jachère (1 et 9 ans). Certains ont une parcelle de jachère en réserve	Innov.
Quelle surface en 2021 :	généralement même superficie; 2 ont augmenté (avant manque de temps (artisans)	
Etats du milieu		
Sol		
Trace d'érosion	une seule montre des diguettes détruites par érosion	
Trace de sédimentation	pas de sédimentation	
Ya-t-il de l'érosion (paysan)?	pas d'érosion perçue	
Eau :		
Homogène/hétérogène	eau homogène partout	
Humidité (sec, frais, mouillé, flaques, inondé) le 3/10	8% parcelles inondée 15cm, 38% avec flaques; 38% mouillées, 8%frais	

Indices a de gestion de l'eau 3/10(ouvertures, canal , pompes,...)	pas d'actions visibles de gestion de l'eau (a part ouvrir diguettes pour drainer)	
Humidité le 29/10	2 hommes flaques (irrigué), 6 sol frais, 6 sols secs	
Indices de gestion de l'eau le 29/10	2 parcelles irriguées (pompage dans marigot) et 1 sec compte le faire.	
Culture :		
Recouvrement de la culture actuelle %	moyenne 81% recouvrement début octobre	
Mode d'implantation apparent (semis poquets, semis en ligne avec fil, semis en ligne manuelle, semis en foule, repiquage en ligne, repiquage en foule) structure	femmes : moitié sèment, moitié repiquent; homme : tous repiquent tous en foule	innov. local
densité de semis	25,8 poquets par m2	dense
densité de repiquage	36,9 poquets par m2 : 30 chez femmes, et 40 chez hommes	très dense
hauteur moyenne (cm)	hauteurs 80cm (cycles courts) à 150cm (cycles longs)	
Couleur (jaunâtre, bien vert)	tous bien vert	
Vigueur (vigoureux, chétif)	tous vigoureux	
Adventices Hauteur (cm)		
biovolume RH	chez femmes, beaucoup de MH (Biovolume Rec% xHcm =2000) contre 500 chez hommes	
Espèces principales (2)	Ludwigia, Oryza longistaminata, Aeschynomene , nénuphars, Cypérus	
Attaques d'insectes (suceurs, criquets,etc)	2 cas de punaises (suceurs grains) sur 4 hommes	
Ravageurs (rats, bœufs, oiseaux)	3 cas d'attaques d'oiseaux suceurs de grains (koaba, yirrsé)	
Autres problèmes (verses, arrachages par eau)	1 cas de pieds emportés par eaux	
Maladies (taches noire, brune, jaune, blanche, galles feuille d'oignon, charbon, feuilles à bouts desséchés, feuilles enroulées...)	50% de cas de feuilles à bouts desséchés et "brûlures" sur la moitié des touffes (signe de toxicité Fe)	
Autres problèmes (verses, arrachages par eau)	1 cas de verse, 1 cas de mélange Orylux et faux riz (Oryza sp)	
Composantes du rendement espéré (stade maturation fin octobre)	moyennes sur 10 stations de 1m ² , minimum et maximum	
Nombre de vides apparents sur 1 m ² (en foule):	moyenne 10% poquets manquants, (4 à 20 surtout chez hommes repiquages tardifs)	
Nombre de touffes sur 1m ²	29 touffes/m ² (22 à 42)	dense
panicules utiles/touffe	10,6 : de 4 à 14	bon
panicules/m ²	299 : 160 à 490	élevé
grains utiles/panicule	128,6 : de 80 à 200	élevé faible
poids de 1000grains secs utiles (g)	20,7: de 14 à 25	(compensation)
tx de sterilité des epilletts (%)	6,9 : de 4 à 9%	normal
rendement potentiel t/ha calculé 31/10 stade maturation	7,7 : de 2,8 à13,1	élevé
Date de récolte prévue (par le paysan):	novembre	Signe d'arrière saison humide

Annexe 2.2 : Diagnostic agronomique du riz Nambe : Pratiques culturales

Thématiques abordées et questions	Réponses (en général, en moyenne ou selon les genres)	Commentaires
Perceptions des événements climatiques récents		
- La pluie est-elle arrivée tôt/tard cette année (par rapport à d'habitude) ?	arrivée plus tôt que d'habitude (mai), mais suivie de coupure avec reprises en juin. Arrivée tardive des semences (juin)	
- Date de la première crue ayant inondé la parcelle ?	première crue 10/7 ensuite aout et forte crue 5/9	
- Date de l'inondation permanente ?	au bord 10 jours en juillet et 10 jours fin aout-début septembre . A l'ouest 3 semaines. Zone ouest inondable (2 mois jusqu'en octobre)	
-Le riz a été submergé combien de fois ?	au bord 0 à 3 fois; à l'ouest 1 à 4 fois; à l'ouest inondable 6 fois	
Préparation du sol		
Comment avez vous préparé votre parcelle avant implantation (dans l'ordre des opérations) :	arrachage fauchage pas de labour malaxage repiquage en inondé (1 cas femme); labour ou piochage, cassage, semis (43% femmes); Herbicidage, arrosage 1 cas, labour ou piochage, malaxage/nivelage repiquage : 43% des femmes et 100% hommes	innov
Herbicidage avant labour		
Qu'est-ce qu'il y avait à nettoyer ?	herbicide glyphosate "Adjuma Wura 410g/j dit "la semaine" (43% femmes et 100% hommes) surtout riz sauvage et Ludwigia	innov
Qui (moi, famille entière, moi et mes enfants, moi et mon mari, moi et ma femme, entraide, salariale)	par les enfants ou un jeune, ou le mari	
Fumure organique		
	pas de fumure organique	
Premier travail du sol avant implantation oui/non		
Opération : Labour, piochage, sarclage...	les parcelles fe femmes piochées avec daba à 50% et labourées à 50%, les parcelles hommes labourées à 100%	
Date	piochage en mai ou juin; labours attelés en juillet voire aout (un cas fin avril)	
Qui :	un seul cas de femme piochant. Ce sont les enfants qui piochent. Les hommes et leurs frères (ou un pestataire) labourent	
Deuxième travail du sol avant implantation oui/non		
Opération : Labour, piochage, sarclage, malaxage...	cassage de mottes pour semis, malaxage pour repiquage, parfois rien	
Qui :	femmes et leurs enfants , hommes en groupe	
Installation		
Herbicide au semis		
Qui	50% des femmes mettent du 2-4-D ("colle" après semis") en prélevée, 0% des hommes fait par les enfants ou un jeune	innov
Que fallait il nettoyer ?	pour prévenir l'invasion des monocotylédones	
Variété semée	les femmes sèment ou repiquent une variété "locale" 6 mois(Etienne), et une introduite FKR17 (Toxcé), les hommes 2 locales (Etienne, Pierre ka Gouyé 6 et 5 mois), et 2 introduites de 4 mois Orylux, FKR17)	innov
Semis		
N Graines/poquet	la moitié des femmes sèment (mai à début juillet)à partir de leur réserve de 2021 5 à 10grains par poquets	

Qui a conseillé ?	Etienne conseillé par la communauté en inondable (tout le monde produit, beaucoup de grains et bonne taille évitant submersions), FKR17 cultivé depuis les parents dans les zones sans eau	innov
Pourquoi avoir semé plutôt que repiqué ?	pour femmes, repiquage pénible et lent, faute de temps, faute d'eau (bordure) et en cas de maladie on sème	
Pépinière en vue de repiquage		
Date de semis de la pépinière ?	pépinières semées mi-mai à début juillet (3 cas)	
Variété :	FKR17, Pierre Kagouyé, Etienne, Orylux	innov
Origine :	surtout réserves de l'an dernier (Etienne, FKR17), un UAT (Orylux) et un cas d'achat au marché (Etienne)	
Cycle (mois) :	4 mois (FKR17, Orylux) et 6 mois (Etienne et Pierre Kagouyé)	
Qui a conseillé ?	Tout le monde pratique Etienne et Pierre Kagouyé (grandit donc moins submergée, beaucoup de panicules, FKR 17 n'aime pas l'eau, mais n'est pas trop précoce) (variétés trop précoces : double risque si semées tôt, risque aviaire en septembre-octobre, si semées tard risque de submersion)	
Pourquoi avoir préféré repiquer plutôt que semer ?	La position de la parcelle et la date d'implantation commande le semis ou le repiquage (si inondation précoce, si retard). Si on le choisit, repiquage croissance plus rapide, , moins de vides, mais il y a aussi des risques (asphyxie, mortalité faute d'eau); les hommes considèrent le semis pénible, le repiquage est plus rapide, le riz pousse mieux, moins de mauvaises herbes, et économise semence labour puis cassage ou/et malaxage	innoc
Préparation du repiquage (« mise en boue »)		
Opérations de gestion de l'eau (réfection diguettes, irrigation, drainage etc.)	40% d'arrosage à la motopompe en juillet pour repiquage chez hommes en 2022 (plus nombreux en 2021)	innov
Repiquage		
Date :	fin juin à début août pour femmes, mi-juillet à mi-août pour hommes	
Repiquages de démariage ?	un seul cas prélever des plans démariés chez "petits maris" (petits fils)	
Repiquage de pépinière ?	oui pépinière	
Age des plants (jours)	Essentiellement 30j	
Combien de plants par poquets ?	2 à 3 plants par poquet	
Qui	les femmes en individuel repiquent seules, en famille elles repiquent avec mari ou avec groupe d'entraide ; les hommes avec famille ou groupe d'entraide	
Date implantation	du 8/5 au 8/8	
Démariage	25% des femmes démarient leurs semis, les hommes non puisqu'ils ne sèment pas.	innov
date	20jas	
combien de pieds/touffe conservés ?	3 à 5 pieds	
Qui	femme et enfants	
Resemis et compléments de repiquage		
Intensité (beaucoup, peu)	peu	
Date	fin juillet ou fin août	
Epannage Engrais 1 après semis (ou repiquage) oui/non	38% des femmes ne mettent pas d'engrais dont une car trop d'eau, tous les hommes mettent de l'engrais	

jas	une seule fois, tardivement 1 à 3mois après implantation sauf 1 cas à 15j	
Quoi ? (NPK, urée, mélange NPK-urée, fumier...)	mélange NPK-urée	innov
Origine ?	acheté au marché (1 cas avec mari, 1 cas sophitex)	
dose kg/ha	femmes moyenne 75kg/ha (100kg à 200kg/ha quand elles en mettent), hommes 450kg/ha en moyenne	
coûts produit (f cfa/unité)	700f/kg d'engrais	
Epandage Engrais 2après semis (ou repiquage)	pas d'autre épandage d'engrais	
Désherbage 1	en semis les femmes sarclent ou arrachent environ un mois après semis (as) , une n'a rien fait (inondé); en repiquage, femmes et hommes traitent 2-4D Bextra ("roadga") 2 mois as	innov
Qui	les femmes travaillent avec leurs enfants ou emploient un jeune, les hommes traitent seuls ou emploie un jeune	
Désherbage 2	généralement femmes 2em désherbage en semé vers 3mois as . Un nouveau traitement Bextra (parcelle 6) ; pas de 2e désherbage en repiquage chez hommes	
Désherbage 3(à partir de 10 jours après semis)	pas de troisième désherbage	
Insecticides :	ni insecticides ni fongicides	
Actions 1 sur l'eau	une action de drainage chez une femme (grande crue du 5/9) et une chez un homme (pour repiquer); 2 actions d'irrigation pour repiquer (homme, motopompe)	innov
Actions 2	une action d'irrigation de complément chez un homme en phase maturation (motopompe)	innov
Actions de protection	contre oiseaux suceurs et prédateurs de graines, utilisent des sachets, des pièges, des bruiteurs	innov
-est ce que vous êtes content de l'état de la culture à ce stade	très contents de la pluie et de la récolte (sauf femme 11, moins d'engrais que d'habitude et inondation qui a retardé le développement; homme 12 manque de temps occupé ailleurs, homme 13 manque d'eau pour labourer tôt, et inondation au repiquage) mais certains n'ont pas atteint la surface qu'ils voulaient (pb de santé, main d'œuvre). Certains ont peur des ravageurs (oiseaux suceurs, femme 7). Une manque souvent de semence, mais au moins cette année va pouvoir refaire son stock	
Y a-t-il eu le même problème dans le passé ?	En 2021 l'engrais était abordable, mais les oiseaux étaient aussi un problème pour 3 personnes	
Décrire et dater des catastrophes cette année et dans le passé		nombre de cas
risques hydro-climatiques	grande inondation en septembre crée des vides	2
	crues emportent des grains semés ou des pieds en aout mais pas le temps de rattraper	2
	inondations suivies de sécheresse : épuisent les plantes et bloquent leur développement	1
risques pédologiques (toxicité Fe)	bouts secs en 2021, brulures foliaires mais moins cette année (abondance pluie)	1
risques biotiques	oiseaux floraison et maturation	4
	criquets au stade végétatif	1
contraintes économiques	manques de moyens pour engrais, herbicides, charrues et animaux trait,	2
	manque de main d'œuvre pour rattraper les manques à la levée	1

Annexe 3 Guide d'entretien du Diagnostic agri-environnemental

Mission d'approfondissement

Enquêteur :

00	Numéro de fiche ;	/...../
01	Enquête personne ressource (epr) producteur (pt) ou focus group (fg) ?	/...../
02	Catégorie d'acteurs (fg)	Eleveurs, agricultrices, agriculteurs, jeunes,
03	Nombre d'interlocuteurs (fg)
04	Nom personne ressource (pr)
05	Structure d'appartenance (pr)
06	Fonction/poste/ qualité (pr):
07	Téléphone :
08	Site : Commune :
09	Date/...../2022

I. Biodiversité

I.1 Biodiversité végétale spontanée

- 1.1.1** Quelles sont les espèces dominantes qui existaient sur ce site ? (
- Arborées.....A Arbustives.....Herbacées pérennes.....
- 1.1.2** Comment ont-elles évolué sur les 10 dernières années.....
- 1.1.3** Quelles sont les différentes exploitations de ces espèces végétales ? ...
- a) Le niveau d'exploitation est-il préoccupant ? Oui /...../ Non /...../
- b) Si oui (notez de 1 à 5) /...../ pour chaque espèce citée
- 1.1.4** Dynamique probable de ces espèces dans les années à venir ? Quelles sont les menaces qui pèsent sur ces espèces forestières, par ordre d'importance ?.....
- 1.1.5** Existent-ils des espèces déjà protégées ou régénérées avec assistance humaine Oui /...../ Non /...../ si oui comment sont-elles protégées ou assistées
- S'agit-il d'une initiative individuelle ? Oui /...../ Non /...../
- Communautaire ? : Oui /...../ Non /...../
- Ou les deux : Oui /...../ Non /...../

1.1.6 Quelles sont les principales espèces ligneuses plantées sur ce site?

.....
.....

L'année de plantation ? /...../

S'agit-il d'une initiative individuelle ? Oui /...../ Non /...../

Communautaire ? : Oui /...../ Non /...../

Ou les deux : Oui /...../ Non /...../

1.1.7 Comptez-vous faire des reboisements dans le bas-fond ?

Si oui, avec quelles espèces ?

Si non, que comptez-vous faire alors ?

1.1.8 Comptez-vous faire la fixation des berges dans le bas-fond ?

Si oui, avec quelles espèces herbacées ?

Si oui, avec quelles espèces d'arbres ?

Si oui avec quels espèces de buissons ?

Si non, que comptez-vous faire ?

1.1.9 Quel sera l'effet de l'installation des digues ou du barrage sur la flore ?

1.1.10 Quelles sont les principales plantes cultivées dans le bas-fond et les jardins? (Noms et variétés utilisées)

a) Si améliorées, lesquelles ?

Cultures 1 :

Citez les

Variétés.....

Cultures 2 :

Citez les

Variétés.....

Cultures 3 :

Citez les

Variétés.....

b) Si locales, lesquelles ?

Cultures 1 :

Citez les noms locaux

.....

Cultures 2 :

Citez les noms locaux

.....

Cultures 3 :

Citez les noms locaux

.....

c) Y at-il des variétés disparues ou

presque ?.....

.....

c) **Commentaires** : les variétés actuelles sont-elles adaptées au bas-fond ? à vos pratiques ? à vos besoins ?

1.1.11 *Autres Cultures*

Quelles sont les cultures de plantes sauvages par type de sol dans le bas-fond ?

Ces cultures de plantes sauvages sont-elles en de voie de disparition ou sont disparues

Quelles sont les variétés de cultures maraîchères traditionnelles dans votre bas-fond ?
 Ces variétés sont-elles en de voie de disparition ou sont disparues
 Quelles sont les variétés de cultures maraîchères améliorées dans votre bas-fond ?
 Ces variétés sont-elles en de voie de disparition ou sont disparues
 Quel sera l'effet de l'installation des digues et barrages sur les cultures ?

1.1.12 Vergers

Quelles sont les espèces fruitières présentes dans le bas-fond ?
 Quelles sont les difficultés rencontrées dans la gestion des vergers ?
 Quelle est la part des vergers dans les revenus des exploitations ?
 Quel sera l'effet de l'installation des digues et barrages sur la survie des vergers ?

1.2 Biodiversité animale

1.2.1 Quelles sont les espèces de faune qu'on pouvait trouver sur ce site ?

Gibiers

Poissons

Non Gibiers :

.....

1.2.2 Existe-t-il des espèces fauniques qui ont disparu sur les 10 dernières années ? (ou en voie de disparition)

Oui /...../ Non /...../

Si oui, Pourquoi cette disparition selon vous ?

.....

1.2.3 Existe-t-il des espèces fauniques qui sont nouvellement apparues?

Oui /...../ Non /...../

Si oui, lesquelles ?

.....

Quels sont les lieux de concentration de ces nouvelles espèces ?

.....

1.2.4 Le niveau d'exploitation est-il préoccupant ? Oui /...../ Non /...../

Si oui (notez de 1 à 5) /...../

Existe-il des espèces qui causent des dégâts majeurs sur les cultures ? Oui /.../ Non /.../

1.2.5 Si oui lesquelles ?

.....

Quelles sont les pratiques de lutte contre les dégâts de ces espèces ?

.....

1.2.6 Quels sont les lieux de concentration de ces espèces ?

.....

II. Service Ecosystémiques

2.1.1 Quels sont les services écosystémiques (de la végétation et de la faune du bas-fond) dont bénéficieraient les exploitants avant les aménagements ? (cités par les paysans spontanément)

.....

2.1.2	Quel est selon vous l'importance des services suivants (noter de 1 à 5)	avant	Aujourd'hui	demain	Voudriez vous que ces services augmentent ?
--------------	---	-------	-------------	--------	---

Cueillettes alimentaires				
Qualités de produits alimentaires				
Energie				
Fourrage frais de saison sèche				
Fourrage pour conserver ou vendre				
Matériaux				
Pharmacopée				
Habitats faune et insectes				
Fertilité du sol				
Importance Culturelle				
Régulation de l'érosion (ravines)				
Ombrage des animaux				
Climat				
fixation des berges rivière				
fixation des sols				
Autres cités par paysans				

2.1.3 Y a-t-il des usages disputés de certaines ressources (faibles ressources, demande forte) ?

.....

2.1.4 Existe-t-il des usages ou des services qui ont diminué ou disparu sur les 10 dernières?

Oui /...../ Non /...../

Si oui, Lesquels Pourquoi cette évolution selon vous ?

2.1.5 Quelle est votre perception de ces usages et services dans les années à venir ?

2.1.6 Existe-il des usages réglementés ? Oui /...../ Non /...../

Par quelle institution ?

2.1.7 Existe-il des espèces qui rendent des « mauvais services » et que l'on cherche à faire disparaître (par exemple arbres en présence de culture de riz ?)

III. Gestion intégrée de la fertilité du sol (GIFS)

3.1.1 La jachère est-elle pratiquée sur ce site? Oui /...../ Non /...../

Si oui, quelle est la durée moyenne (en année) /...../

Sur 10 producteurs, combien pratiquent la jachère ?

Sur 10 productrices ?

Y at-ils des plantes de jachère qui améliorent visiblement la fertilité ? lesquelles ?

Y a t-il de splantes qui indiquent un sol redevenu fertile ? lesquelles

Si pas de jachère : pourquoi selon vous ?

3.1.2 Quelles sont les pratiques de fertilisation utilisées sur ce site? (Par ordre d'importance)

a) **Fumure organique** : nature : fumier, compost, cendres etc.....

Sur 10 producteurs, combien en mettent sur le riz ?

Sur 10 productrices, combien en mettent sur le riz ?

Quantité moyenne par superficie ?.....

Disponibilité locale ?.....

Période d'apport ?.....

Nombre d'apports ?.....

Couts éventuels par charrette ?

b) **Engrais minéral** ...nature.....

Quantité moyenne par superficie ?.....

Disponibilité locale ?.....

Période d'apport ?.....

Nombre d'apport ?

Mode de financement ?.....

c) Quels sont les moyens de transport utilisés dans la mobilisation des fertilisants ?

d) Est-ce que les apports sont suffisants ?

e) Quel est la destination des résidus de culture ?

IV. Gestion des polluants

4.1.1 Quelles sont les méthodes utilisées dans la lutte anti parasitaire dans le bas-fond ou les jardins ? (par ordre d'importance)

En saison humide (cultures vivrières et jardins de saison humide)

1.....

2.....

3.....
.....

En saison sèche (jardins)

. 1.....
2.....
3.....

4.1.2 Citez les produits chimiques utilisés ?

Engrais :.....
Phytoprotecteurs :.....
Autres :.....

Pour chacun et pour chaque saison :

Quantité moyenne par superficie ?.....

Disponibilité locale ?.....

Coûts (cher, pas cher)

Comment le stock est géré ?.....

et le lieu de stockage ?.....

4.1.3 Comment les déchets de ces produits sont-ils gérés ?

.....

4.1.4. Les risques sanitaires (homme, femmes, bétail, abeilles etc) sont-ils perçus ?

4.1.5 Est ce que les travailleurs se protègent ? comment ?

4.1.6 Des alternatives sont elles employées (préparation à base de plantes, lesquelles ? intrants « bio » (compost acheté, produits de traitement « naturels »..)

4.1.7 : rencontre-t-on beaucoup de déchets plastique dans le bas-fond ?-si oui y a t-il des mesures à prendre ? prises ?

5. Que demandez vous au projet ?

6. Que proposez vous de faire pour la durabilité de ce projet ?