Un livret à l'usage des décideurs burkinabès et de leurs partenaires

Le zaï mécanisé amélioré en traction asine au Burkina Faso

des pratiques agroécologiques novatrices au service de la sécurité vivrière

La pratique du zaï, avant les premières pluies, en double traction asine.

PROMMATA INTERNATIONAL / CASE BURKINA

TABLE DES MATIÈRES

Résumé.....2

Acronymes.....3

Introduction.....4

Première partie : Le défi de la sécurité vivrière.....5

1.1 L'insécurité vivrière au Burkina Faso.....5

1.2 Le contexte rural.....6

Deuxième partie : Le zaï mécanisé amélioré.....7

2.1 Le zaï manuel.....7

2.2 Le zaï mécanisé.....8

2.3 Le Zaï Mécanisé Amélioré.....10

2.4 Défis agronomiques et pratiques paysannes.....12

Troisième partie : Comment relever le défi ?.....13

3.1 La fabrication des kassines et de leurs équipements.....13

3.2 Mise en place de mécanismes de crédit.....14

3.3 L'élevage et la conduite des ânes.....15

3.4 Les besoins de financement des kassines.....16

3.5 Les défis concernant les composts.....16

3.6 Pour un programme d'appui à la fabrication de composts de qualité.....17

3.7 Au total, quels besoins de financement des kassines et des composts ?.....17

3.8 Besoins de Recherche et Développement.....18

3.9 L'accompagnement des initiatives locales avec des pratiques pédagogiques adaptées.....19

3.10 Un programme quinquennal d'appui au Zaï Mécanisé Amélioré.....20

Conclusion.....21

Références.....22

RÉSUMÉ

L'insécurité vivrière est chronique dans plusieurs provinces du Burkina, dont sept, proches de la capitale, ont en outre des densités de population élevées : la pratique de la jachère n'y est plus possible. Le recours à des pratiques agroécologiques novatrices s'impose d'urgence.

Le zaï manuel, qui consiste à creuser des cuvettes dans le sol où on sème le mil ou le sorgho, représente une première forme d'intensification céréalière, largement mise en œuvre depuis les épisodes de grande sécheresse. Le zaï mécanisé en traction animale, introduit il y a une quinzaine d'années, est réalisé avec un porte-outil léger et commode d'emploi (la kassine). Il est mis en œuvre actuellement par plusieurs centaines de familles paysannes, qui maîtrisent le travail du sol en sec et peuvent augmenter leurs superficies cultivées (1 ha par actif contre à 0,6 en culture manuelle). La sécurité vivrière familiale est alors assurée avec des rendements moyens interannuels (estimés sur une dizaine d'années), de 600 kg par ha.

Le semis en sec avec des graines enrobées localement et l'emploi de composts de bonne qualité permettent d'améliorer très sensiblement ces performances : on parle alors de Zaï Mécanisé Amélioré qui permet d'obtenir des rendements moyens interannuels de l'ordre d'une tonne par ha, lesquels, fournissant des excédents vivriers appréciables, permettraient d'approvisionner les marchés urbains et de diversifier les productions locales, par exemple avec l'aviculture villageoise, dont la pratique est maintenant sécurisée du point de vue sanitaire grâce notamment aux acquis de l'ONG AVSF.

Pour passer à l'échelle des sept provinces (2,2 millions de ruraux en 2006, 320.000 familles), il faudrait ouvrir des ateliers provinciaux aptes à fabriquer des kassines, promouvoir la création d'ateliers villageois de production de composts, mettre en place un crédit adapté et assurer un accompagnement technique des producteurs(trices) incluant l'entretien des ânes. On dispose dans ces domaines de solides références. Il faudrait en outre prévoir des recherches d'accompagnement, sur plusieurs thèmes novateurs, dont la place des variétés de mils et sorghos à cycles courts et l'enrichissement des composts avec les phosphates naturels de Kodjari.

Les dimensions économiques d'un programme de cette nature, intitulé par exemple « programme quinquennal d'appui au Zaï Mécanisé Amélioré » seraient les suivantes :

- Coût des investissements productifs, remboursables par les bénéficiaires : 87 millions d'euros. Il s'agit des kassines et de leurs outils, ainsi que des ateliers provinciaux de fabrication, pour un montant de 37 millions €. L'autre composante, de 50 millions €, est celle des composts, principalement pour la création des puits dédiés et la mise à disposition de moyens de transport, manutention et conditionnement. Les références disponibles témoignent de la rentabilité de ces investissements.
- Coût de l'accompagnement / formation (il s'agit alors d'une subvention publique) : 20 millions d'euros.

Les valeurs ajoutées économiques (la sécurité vivrière, la diversification des productions pour plus de 320.000 familles rurales), sociales (une démarche inclusive : toutes ces familles sont concernées) et environnementales (au moins 1 million d'ha réhabilités, soustraits à la désertification) ne plaident-elles pas en faveur de tels investissements ?

On est en outre dans des limites de projets dont les institutions burkinabè sont familières, avec un succès reconnu.

ACRONYMES

ARFA : Association pour la recherche et la formation en agroécologie (ONG ; Burkina Faso)

ASI : Association de solidarité internationale

AVSF : Agronomes et vétérinaires sans frontières (ONG ; France)

BIOPHYTEC : Société de R&D (France)

CASE Burkina : Collectif d'associations du Sud Est pour le Burkina (ONG ; France)

DIMA : Direction des Intrants et de la Mécanisation Agricole (Burkina Faso)

ONG : Organisation non gouvernementale

PDRD : Projet de développement régional durable -Burkina Faso)

PRMA : Programme de renforcement de la mécanisation agricole (Burkina Faso)

PROMMATA : Association de promotion de l'agriculture moderne en traction animale (France)

SONATER : Société nationale de l'aménagement des terres et de l'équipement rural (Burkina Faso)

UBITEC : ONG spécialisée dans le micro-crédit (Burkina Faso)

ZEBUNET : ONG de développement rural (France)

INTRODUCTION

À l'initiative des associations PROMMATA INTERNATIONAL et CASE Burkina, engagées depuis de nombreuses années dans la mise en œuvre de pratiques agroécologiques contribuant à améliorer la sécurité vivrière, le présent livret présente les résultats obtenus avec la mécanisation du zaï manuel, et son amélioration avec le semis en sec (avec enrobage local des semences) et la fabrication de composts de qualité.

On illustre ainsi les mérites du porte-outil « kassine® » et l'efficacité du sous-solage en sec avec la dent IR 12, mais également la capacité à réaliser ces travaux avec un attelage de deux ânes. L'efficacité du travail du sol en sec et l'application de composts de qualité jointes à une réussite du semis en sec permettent d'estimer que la productivité du travail d'une famille de trois actifs, en moyenne interannuelle, passe d'une à trois tonnes, bien au-delà des besoins de la sécurité vivrière familiale, de l'ordre de 1,5 T. L'élevage de volailles devient alors possible sans compromettre les stocks vivriers.

La plus-value interannuelle, de deux tonnes de mil ou de sorgho par an, est de l'ordre de 460 euros : le montant des investissements (matériel agricole et composts) étant de l'ordre de 300 euros, un crédit sur cinq ans conduirait à des annuités (hors coût des intérêts) de 50 euros, donc remboursable.

Ces acquis pourraient être transférés à grande échelle, en l'occurrence ceux des quelques 300.000 familles paysannes (données de 2006) des sept provinces en insécurité vivrière chronique.

Le livret détaille les mesures à prendre tant en matière de fabrication d'équipements (un atelier par province pour les kassines) que de fabrication de composts (des ateliers de quartiers) et propose des modalités d'accompagnement / formation des bénéficiaires adaptées aux spécificités de chaque province.

Un tel projet, réalisé en cinq ans, aurait donc un coût estimé à 107 millions d'euros, dont 87 millions remboursables par les familles bénéficiaires, et 20 millions à titre de subvention (l'accompagnement/suivi).

Le Burkina Faso a montré au cours des dernières décennies sa capacité à gérer efficacement des projets de développement rural de cette ampleur. Pourquoi alors ne pas inscrire ce projet dans l'agenda des priorités des autorités publiques et de leurs partenaires, au triple titre :

- De la lutte contre l'insécurité vivrière au bénéfice de plus de 300.000 familles rurales ;
- De la diversification des productions agricoles ;
- De la lutte contre la désertification à hauteur d'un million d'hectares environ.

Le livret est constitué de quatre parties :

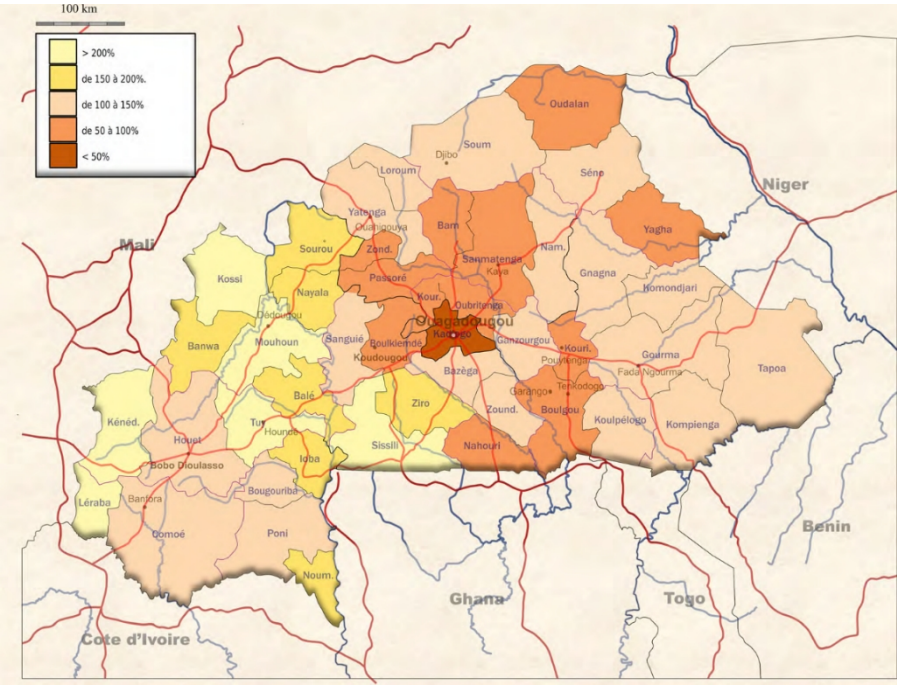
I. Le défi de la sécurité vivrière (p. 5)
II. Le Zaï Mécanisé Amélioré (p. 7)
III. Comment relever les défis ? (p. 13)
IV. Conclusions (p. 21)

Première partie

LE DÉFI DE LA SÉCURITÉ VIVRIÈRE

1.1 L'insécurité vivrière au Burkina Faso

TAUX DE COUVERTURE DES BESOINS CÉRÉALIERS (En base 100, moyenne 2003-2013)



Source : INSD et Comité de la prévision alimentaire

Sept provinces sont particulièrement concernées par l'insécurité céréalière :

		Sécurité Vivrière (%)	Population rurale 2006	Densité de population rurale (hab/km2)
Centre	Kadiogo	13	251.551	90
Centre Ouest	Boulkiemdé	80	417.022	98
Nord	Passoré	97	300.537	78
	Zondoma	85	141.941	81
Centre Nord	Bam	71	250.019	61
	Sanmatenga	88	543.649	59
Plateau Central	Kourwéogo	79	122.349	77
	Oubritenga	88	220.156	79
Total			2.247.224	

(BILLAZ A. 2019)

1.2 Le contexte rural

La cause de l'insécurité alimentaire chronique, comme nous le savons tous : le climat subaride, les sols pauvres, et un espace rural fréquemment proche de la saturation (BOTONI E. , REIJ C. 1989).

Le climat : il ne pleut que quatre mois par an ; pendant les huit autres, la chaleur est intense pendant au moins cinq, se traduisant par des niveaux très élevés d'évapotranspiration potentielle (ETP).

Les mils et sorghos qui constituent la base de l'alimentation ont des cycles de 100 à 120 jours : chaque pluie est donc vitale notamment en début et en fin de saison des pluies.

Les sols ont des capacités de rétention modestes : une vingtaine de jours d'évapotranspiration des cultures (4 à 5 mm par jour). Les besoins en eau d'une culture de sorgho (sur les 120 jours du cycle du sorgho l'ETP varie de 4 mm à 7 ou 8 mm par jour) sont rarement satisfaits : entre 1907 et 1973, à Ouahigouya, on n'a enregistré que 30 % d'années favorables et par contre 25% mauvaises à très mauvaises (MARCHAL JY. 1983).

Les risques de stress hydriques sont aggravés par le ruissellement : sur sol nu, il peut représenter 30 à 40 % des premières pluies (DEMBÉLÉ Y. , SOMÉ L.1991). À l'aridité climatique s'ajoute celle due à la surexploitation des sols, conséquence des cultures continues et de la vaine pâture, qui laissent le sol nu en fin de saison sèche.

Dans ce contexte écologique très contraignant la croissance démographique (des hommes et de leurs cheptels) conduit, dans de nombreux cas, à des situations agroécologiques à haut risque.

Deux des provinces en question avaient en 2006 des densités de population rurale proches de 100 hab/km2, les autres étaient supérieures à 60. Dans ces conditions (2 à 3 ha/actif, dont une partie non cultivable en céréales), les méthodes ancestrales de reconstitution de la fertilité des sols (jachères de longue durée) ne sont plus applicables, exigeant d'importantes innovations dans les pratiques agricoles et d'élevage.

Le zaï a été l'une d'entre elles. Associé à une mise en place de cordons pierreux anti-érosifs, il a certainement contribué à limiter les conséquences désastreuses des sécheresses des années 1970/80 (BILLAZ R. 2012).

La mécanisation du zaï, maintenant possible avec la kassine en traction asine, ouvre de nouvelles perspectives. C'est l'objet du présent livret.

Voir le film « la sécurité vivrière pour tous » produit par CASE Burkina[1]

1 Accessible sur YouTube avec le lien https://youtu.be/tbOQNdqWgwc

Pour toute information sur ce film et les quatre autres :

- René Billaz Tel : 06 71 40 26 82 ; rene.billaz@wanadoo.fr
- Guy Largier : Tel : 06 72 27 85 28 largier.guy@gmail.com www.yamdaabo.fr
- Karine Music, OKO production 06 61 72 07 16 K.music@netcourrier.com
- Michel Billaz : 06 80 99 68 92 ; michel.billaz@wanadoo.fr

Deuxième partie

LE ZAÏ MÉCANISÉ AMÉLIORÉ

2.1 Le zaï manuel

Pour limiter les risques de ruissellement, il convient donc de travailler le sol en sec, avant les premières pluies. Le zaï manuel consiste à semer dans une cuvette de faible profondeur – quelques décimètres – enrichie en matières organiques d'origine locale (pailles, déjections animales et cendres). Cette pratique, d'origine malienne, a été remise en œuvre par de très nombreux paysans au cours du long épisode de sécheresse 1970/80 et elle est encore très utilisée.

Zaï manuel
les cuvettes réalisées à la daba ont été remplies avec des matières organiques locales

Différentes mesures (BARRO A. et al., 2007 ; ROOSE E., KABORE V., GUENAT C., 1995) ont montré avec le zaï des accroissements du rendement du sorgho de 70 à 300 kg/ha en année sèche, de 400 à 1000 en année humide. Cette efficacité explique l'adoption massive du zaï, malgré le fait qu'il exige beaucoup de travail : 300 heures/ha, un travail physiquement fort pénible.

Soulignons qu'en cas de pente même légère du sol, le zaï n'est efficace que s'il est complété par des cordons pierreux permettant de limiter le ruissellement.

Cordons pierreux : depuis les années 80, ils marquent le paysage du « plateau central »

2.2 Le zaï mécanisé

C'est dans ce contexte qu'est apparue, au tournant du XXIème siècle, la kassine.

La kassine, un porte-outil léger, commode et polyvalent ; ici avec la dent sous-soleuse et en double traction asine, conduite par des agricultrices.

Le porte-outil « Kassine® » est développé par PROMMATA dans de nombreuses régions du monde (Madagascar, Maghreb, Sahel, Oasis, Amérique latine (Mexique), Europe de l'est.
Sa particularité fondamentale est la polyvalence : la kassine est un porte-outil à traction animale. Le système très simple d'accrochage des outils au porte-outil permet de changer d'outil en quelques secondes.

Ce porte-outil peut être tiré par tous les animaux de traits. Les ânes sont utilisés par les paysans les plus précaires, la kassine leur offre la possibilité de se libérer des travaux manuels en valorisant leurs ânes. La force limitée des ânes oblige, pour les travaux durs (le Zaï au Sahel), de les atteler en paire et, bien sûr, de sélectionner des bêtes aptes à la traction agricole et de bien les nourrir. Le zaï mécanisé consiste en un sous-solage croisé de faible profondeur (+/-10 cm), réalisé par une dent légèrement inclinée. Cette nouvelle technologie peut répondre aux besoins des petits agriculteurs, mais elle exige un minimum de formation à son utilisation.

Au Burkina Faso, le zaï mécanisé a été adopté après plusieurs étapes :

- **2002 :** Arrivée au Burkina Faso de la première kassine, à l'initiative d'un chef de village de l'Oubritenga en visite en France. Elle a servi de modèle pour les forgerons.
- **2006 :** Session de formation de « paysans expérimentateurs » à la pratique du zaï mécanisé, à Gourcy (Zondoma), à l'initiative de René Billaz et Jo Ballade. Les « champs écoles » mis en place dans sept villages ont abouti aux conclusions suivantes, en faveur du zaï mécanisé (BARRO et al., 2007; BARRO et al., 2007)
    - Profondeur moyenne de travail : 12,0 cm (8,3 pour le zaï manuel),
    - Rugosité du sol accrue avec la présence de mottes,
    - Humidité du sol plus élevée,
    - Éclatement croisé sur les lignes : meilleure rétention de l'eau que les poquets du zaï manuel,

La surface du sol après sous-solage en sec croisé à la kassine

- Rendements sensiblement supérieurs, de l'ordre de 800 à 1.000 kg/ha (en zaï mécanisé) contre 400 à 600 en zaï manuel,
- Réduction très substantielle de la pénibilité et du temps de travail (de 300 à 40 heures par ha).

- **2008 :** Projet de formation de paysans et paysannes à l'élevage des ânes et à la pratique de la traction animale, avec l'appui d'une ONG et du Gouvernement luxembourgeois. Il s'appuie sur quatre villages pilotes situés dans trois provinces densément peuplées. Au fil des ans, ils ont été équipés de plusieurs kassines, chacune d'entre elles servant pour plusieurs agriculteurs.

- **2017 :** évaluation de l'emploi des kassines dans deux des quatre villages (Sabouna/Yatenga et Koalma/Bam). Les conclusions du rapport confirment, à l'échelle de plusieurs dizaines de producteurs (trices) les conclusions de l'atelier de 2006. Il montre également que les superficies cultivées par actif sont de l'ordre d'un ha, soit un accroissement très sensible par rapport à la culture manuelle (0,6 selon les statistiques officielles). La sécurité vivrière (0,25 T de sorgho ou de mil par personne par an, soit 0,5 T pour un actif et son dépendant ou encore 1,25 T pour une famille de six personnes) est donc assurée avec un rendement moyen interannuel de 600 kg par ha[2] (3 ha x 0,6 T/ ha = 1,8 T). A contrario, avec le zaï manuel, la récolte familiale interannuelle ne dépasserait pas 0,6 T (1,8 ha x 0,33 T/ ha[3]) ; le déficit vivrier interannuel serait de l'ordre de 50 %. Les conditions paraissent donc remplies pour que le zaï mécanisé en double traction asine s'impose pour lutter contre l'insécurité vivrière.

- **2018 :** montage du film ***« le zaï mécanisé »***[4]

Plusieurs obstacles restent toutefois à franchir : la fabrication des kassines, l'entretien des ânes, la mise en place d'un crédit adapté.

2 En 2006, le rendement moyen avec zaï mécanisé était de 900 kg/ha, avec une pluviométrie favorable. Compte tenu de la fréquence des années moins favorables, nous estimons qu'en moyenne interannuelle, il est de l'ordre de 600 kg, soit un coefficient de 0,66.

3 En appliquant au rendement du zaï manuel le même coefficient de correction interannuelle : 500 kg x 0,66 = 330 kg

4 Accessible sur YouTube avec le lien : *https://youtu.be/bmT0VtjVCwE*

2.3 Le Zaï Mécanisé Amélioré

En fait, les matières organiques utilisées pour le zaï, mécanique ou non, sont de qualité très inégale et n'ont que très rarement fait l'objet d'un processus de compostage arrosé et aéré.

Le projet de Zaï Mécanisé Amélioré mis en œuvre entre 2015 et 2017 par l'ASI CASE Burkina dans huit villages a consisté à fabriquer du compost de bonne qualité. On y a ajouté l'option d'enrobage local des semences pour pratiquer le semis en sec. Quatre des huit villages sont situés dans la Région de la Boucle du Mouhoum, en pays Samo, les quatre autres dans la Région Nord, en pays Mossi.

2.3.1 L'enrobage des semences

En 2013, Michel BILLAZ a mis au point une méthode d'enrobage local à base de sol de bas-fonds, dont la teneur en argile est supérieure à celle des sols de glacis, et de résidus végétaux finement divisés (du son de céréales par exemple) dans une proportion assurant une bonne plasticité du mélange, pour que l'enrobage ne se craquelle pas au séchage.

Pratique de l'enrobage au village

Un équipement en cours d'expérimentation

Deux avantages de l'enrobage :

- il crée un effet de leurre vis-à-vis des oiseaux et insectes prédateurs, ce qui est confirmé par les observations des agriculteurs ;
- les graines profitent pleinement de l'humidité du sol : chaque journée gagnée par rapport au semis conventionnel représente entre 5 et 7 mm d'évapotranspiration gagnés.

En fait, il s'agit d'un pari sur le délai entre le semis en sec et la première pluie « utile ». Une petite pluie, inférieure à 10 mm, entraîne la germination sans que le sol soit suffisamment humecté. Toutefois, les petites graines du mil et du sorgho ne représentent que des poids modestes (< 4 kg de semences/ha pour le mil et < 6 kg/ha pour le sorgho), encore moins avec enrobage, car le taux de réussite (germination satisfaisante) est élevé : on peut donc ne semer qu'une ou deux graines par poquet, contre plus d'une demi-douzaine en semis conventionnel. Bien entendu le risque est élevé avec de grosses graines (maïs, niébé, arachide) mais on dispose heureusement de variétés à cycle plus court (90 jours) compatibles avec des semis plus tardifs, en juillet par exemple.

Voir le film « séquence enrobage »[5]

5 Accessible sur YouTube avec le lien https://youtu.be/SggGhfozutA

2.3.2 Les composts améliorés

On a utilisé la méthode ARFA (SAGNON S. 2006) qui permet d'obtenir en six semaines 5 tonnes de compost à partir d'environ 2 tonnes de résidus végétaux, autant de fèces et une tonne de cendres, en ayant utilisé au moins 1.500 litres d'eau (sous réserve de limiter l'évaporation ; si ce n'est pas le cas, les quantités peuvent être largement supérieures). Pratiquement, les producteurs(trices) creusent trois fosses individuelles de 3m x 2m environ, profondes d'une quarantaine de cm, le fonds étant recouvert d'argile pour éviter le lessivage, et les bords consolidés, de préférence avec du ciment.

Il s'est rapidement avéré que les besoins en eau entrent en concurrence avec les usages domestiques, abreuvement du bétail inclus, ce qui a conduit à la création de puits dédiés spécifiquement aux fabricant(e)s de composts. L'emploi d'un hache-paille permettant d'économiser temps et fatigue pour la fragmentation des pailles de céréales, ainsi que l'utilisation d'un tamis pour le conditionnement final en sacs de 25 kg ont contribué à imaginer l'option d'ateliers spécialisés.

A Niessega (Zondoma) s'est constitué un groupement féminin (de quartier) permettant de mutualiser un puits dédié et des équipements de transport et manutention, dont le financement a été facilité par l'ASI MICROFEL, membre de CASE Burkina.

Les fosses servant à la fabrication des composts

Le hache-pailles

Ce groupement est une source de références pour d'autres villages. C'est le cas de Kota (Nayala), suite à une visite à l'atelier de Niessega.

Voir le film « séquence compostage »[6]

2.3.3 Les acquis du Zaï Mécanisé Amélioré

En 2016 et 2017, CASE Burkina a mis en place dans les huit villages des comparaisons entre de zaï manuel et le zaï mécanisé amélioré, sous forme de champs-école. Certains villageois ayant pris l'initiative de mettre en œuvre pour leur compte ces pratiques, on dispose donc d'assez nombreuses références, mais les aléas pluviométriques (déficits de fin de cycle ces deux années,

6 Accessible sur YouTube *avec le lien : https://youtu.be/MOtat4MNu7A*

avec une seule exception) n'ont pas permis le remplissage des grains : on est assez loin du potentiel de rendement en année satisfaisante.

Il en ressort néanmoins une nette supériorité des rendements obtenus avec le Zaï Mécanisé Amélioré par rapport au zaï manuel ; dans quel ordre de grandeur ? En moyenne interannuelle, sans doute 1000 kg/ha pour le zaï mécanisé amélioré, 600 pour le zaï mécanisé et 330 pour le zaï manuel[7]. Ce sont ces valeurs que nous retenons pour les estimations économiques.

2.4 Défis agronomiques et pratiques paysannes

Le semis précoce constitue un défi agronomique majeur ; c'est lui qui peut valoriser les premières pluies. Le sous-solage en sec conditionne la lutte contre le ruissellement, particulièrement intense sur sol nu. C'est donc entre mai et juin qu'il faut mettre en œuvre ces pratiques.

Mais en fait nombre d'hommes adultes ne sont pas au village en fin de saison sèche : ils sont dans les mines, à la recherche de quelques milligrammes d'or, ou en ville dans des emplois précaires, voire en Côte d'Ivoire, pour plusieurs années.

D'où l'importance :

i. de familiariser les femmes à la pratique du zaï ;
ii. de convaincre les absents que l'alternative ZMA peut leur assurer de meilleurs revenus que leurs activités à haut risque (les mines) ou leurs précaires emplois urbains.

Un enjeu majeur, qui suppose de l'écoute, de la pédagogie et de l'opiniâtreté (cf le § 3.9).

7 Cf le § 22. On rappelle au passage la difficulté des mesures comparatives dans des milieux physiques très hétérogènes, des pluviométries très localisées, et avec des pratiques paysannes très diverses.

Troisième partie

COMMENT RELEVER LE DÉFI ?

3.1 La fabrication des kassines et de leurs équipements

Actuellement, les kassines sont fabriquées dans un petit nombre d'ateliers artisanaux.

L'atelier de feu Jean Sawadogo à Kamboinsé

Une dissémination large impliquerait leur fabrication par des artisans proches des acquéreurs/utilisateurs, tant pour l'achat que pour l'entretien. L'option d'un atelier par province satisferait à ces exigences.

Combien de kassines ? En se limitant dans un premier temps aux sept provinces où les déficits vivriers chroniques sont les plus sévères (cf § 11), la population rurale s'élevait (en 2006) à 2.250.000 personnes, soit 1.125.000 actifs. A raison d'une pour cinq actifs, les besoins s'élèvent à 225.000 kassines, soit en moyenne 32.000 par province.

Un objectif raisonnable serait de prévoir un délai de cinq ans pour satisfaire à ces besoins, soit environ 6.400 kassines par province et par an, environ 120 par semaine, 20 par jour.

Il conviendra donc d'identifier des artisans expérimentés, de les équiper, de les former aux spécificités de ces matériels, et de les aider à s'approvisionner en acier de bonne qualité.

Et il faudra en outre créer un système national de certification de ces ateliers, et d'organiser la traçabilité des équipements pour pallier à d'éventuels vices de fabrication.

Vaste chantier, qui suppose l'existence d'une structure professionnelle d'appui.

3.2 Mise en place de mécanismes de crédit

Au niveau des exploitations agricoles, la rentabilité des équipements proposés ne fait guère de doute : une kassine équipée d'une dent sous-soleuse coûte environ 165 Euros[8], soit 6,6 Euros par an par utilisateur (hors intérêt) dans le cas d'un crédit de cinq ans pour cinq utilisateurs. Soit une somme modique par rapport aux accroissements de production, qui sont de 800 kg de céréales / utilisateur / an[9], soit 184 Euros[10]. A titre également de comparaison, une volaille se vend au marché local de 3 à 5 Euros. L'annuité à verser est donc modique par rapport aux gains de productivité.

Mais il faut tenir compte des années difficiles en raison d'une pluviométrie défectueuse (une année sur quatre en moyenne (cf § 1.2), du fait que la grande majorité des kassines ont été données, qu'il n'existe pas d'exemple d'acquisition de groupes, et que les crédits des Caisses mutuelles concernent principalement des prêts de court terme. L'expérience de l'ASI CASE Burkina dans les huit villages où elle a fait des prêts d'acquisition de kassines à des groupes de cinq agriculteurs (entre 2015 et 2017) est très concluante : aucun n'y était prêt, aucun n'a voulu souscrire auprès de la Caisse nationale ; des mécanismes spécifiques ont dû être mis en place, et trois villages les ont refusés.

Toutefois d'autres mécanismes existent : l'UBETEC p.ex. ainsi que ZEBUNET[11] pour les animaux de trait. En 2018, dans son rapport d'évaluation de l'emploi des kassines à Sabouna et Koalma, Alfred Ouedraogo indiquait que la Société Nationale de l'Aménagement des Terres et de l'Equipement Rural (SONATER) ex Fonds de l'Eau et de l'Equipement Rural, qui est une société d'Etat créée par décret en 2014 a établi un accord de partenariat avec CORIS-Bank et Atlantique Bank auprès desquelles les paysans négocient les crédits pour l'acquisition des équipements à crédit, mais elle surveille les taux afin qu'ils soient modérés.

Par ailleurs, le programme de renforcement de la mécanisation agricole (PRMA), qui relève de la Direction des Intrants et de la Mécanisation Agricole (DIMA), mis en œuvre depuis 2011, instruit un dossier d'octroi de subvention pour l'acquisition des kassines, qui aurait été décidée tout récemment. Les pourcentages accordés sont de l'ordre de 50%, ce qui ramènerait le prix d'acquisition de la kassine et de la dent IR 12 à 80 Euros : la durée du crédit pourrait être ramenée à deux ans. Au cas où il serait de 90%, l'achat au comptant serait envisageable, y compris peut-être pour plusieurs outils complémentaires, par exemple 250 Euros x 0,10 = 25 Euros (5 par utilisateur).

Des institutions existent, des financements seraient disponibles, mais les paysans hésitent à s'endetter à plusieurs et pour plusieurs années. Il convient donc de mettre en place un accompagnement technique et pédagogique de proximité qui assure le lien entre les institutions et les OP.

L'ARFA a organisé récemment un voyage d'étude au Mali (Kita/Kayes) pour s'informer du fonctionnement des CUMA (Coopératives d'utilisation de matériel agricole), dans le cadre d'un projet conduit par AVSF et dont les résultats ont été très satisfaisants[12]. Ce modèle, qui a déjà fait ses preuves en France depuis la fin de la deuxième guerre mondiale, pourrait être une référence utile au Burkina. Rappelons qu'il a toujours été accompagné d'une subvention publique, ce qui pourrait être le cas également.

8 Concernant le prix d'achat de la kassine, il faut préciser que le porte-outil lui-même coûte 150 € et chaque outil a son propre prix. Celui de la dent est 15 Euros ; le paysan qui n'a besoin que de la dent pour le zaï paiera environ 165€. 250€ c'est le prix avec une gamme diversifiée d'outils.

9 En zaï manuel : 200 kg (0,6 ha x 330 kg/ha) ; zaï mécanisé amélioré : 1.000 kg (1 ha x 1.000 kg/ha)

10 150 Fcfa /kg (15.000 Fcfa par sac de 100 kg)

11 Cf www.zebu.net

12 Cf www.avsf.org

3.3 L'élevage et la conduite des ânes

L'espèce asine est omniprésente en Afrique sahélienne, mais son utilisation traditionnelle est longtemps restée le transport bâté ou attelé. Mais l'âne reste encore trop méconnu et il est souvent peu considéré par les agents du développement, de la recherche et des aides publiques et même parfois par les paysans. L'âne est trop souvent mal soigné, mal formé (souvent « dressé à coups de bâton »), mal harnaché, corvéable à merci et souvent battu… Son dressage est souvent sommaire et ses harnachements misérables et parfois dangereux pour l'animal. Mais, paradoxalement d'autres agriculteurs le présenteront, lors des enquêtes au Burkina, comme « *le premier fils du paysan* », toujours disponible, peu exigent, et fort courageux.

L'usage le plus courant des ânes au village : le transport.
A noter : le collier « étrangleur », un pneu de vélo, plié en huit, entouré de tissu.

Une meilleure utilisation de ces ânes justifie des formations qui permettent aux agriculteurs de mieux profiter de cet auxiliaire potentiellement important pour leurs activités. Les questions d'équipement sont liées à cette perspective de progrès : harnachement et outils adaptés, diversification des outils permettant d'effectuer les principales façons culturales (surtout grâce à la « kassine »), accès à ces équipements, microcrédit, etc. L'âne, animal de trait très léger en Afrique, est généralement attelé seul ; or l'attelage par paire peut très bien fonctionner avec un harnachement adapté. Cet appariement de deux ânes s'est de plus révélé nécessaire et efficace pour certains travaux tels que le travail à la dent sur sol sec (Cf. § 2.2).

La promotion de la traction asine permet donc de soutenir l'agriculture familiale et notamment les plus petites exploitations agricoles ; elle vise particulièrement à alléger le travail humain et surtout celui des femmes très concernées par les transports (eau, bois, etc.) et l'entretien des cultures.

Un point important : l'amélioration du harnachement et de son équipement pour le travail du sol. Le collier d'attelage simple et peu coûteux réalisé par les artisans villageois remplace la bricole approximative utilisée couramment.

La traction asine s'inscrit donc dans des schémas de développement agroécologique comprenant :

- L'alimentation rationnelle des ânes à partir des ressources de l'unité de production : résidus de récolte, fourrages produits sur l'exploitation et dans les dispositifs anti-érosifs végétalisés…
- La valorisation des déjections animales par la fabrication d'un fumier composté destiné à l'entretien de la fertilité des parcelles cultivées ;
- L'utilisation de leur capacité de traction pour la récupération des sols dégradés (par un travail en sec à la dent : le « zaï mécanisé »), la préparation des sols et l'entretien des cultures grâce à l'utilisation de la Kassine… Et les transports toujours utiles au village, en toute saison (LHOSTE P. HAVARD M VALL E. 2013).

Voir le film « le soin aux ânes »[13]

13 Accessible sur YouTube avec le lien https://youtu.be/eFVP9ezQrfs

3.4 Les besoins de financement des kassines

Dans le cadre des sept provinces évoquées ci-dessus, il faudrait financer l'équipement de sept ateliers de fabrication, capables de produire 225.000 kassines en cinq ans (cf § 3.1). Approximativement, l'équipement d'un atelier coûte 5000 Euros. Pour les sept, 35.000 sont à prévoir dès la première année. Pour les kassines équipées d'une dent sous-soleuse (165 €), le montant total s'élève à 37,125 millions d'euros (7,42 millions par an pendant cinq ans). Rappelons que dans les deux cas (équipement des ateliers et des exploitations agricoles), il s'agit d'investissements productifs qui peuvent bénéficier de mécanismes de crédit.

Nous venons de voir (§ 3.2) ce qu'il en est pour les exploitations agricoles. Dans l'hypothèse d'une subvention de la DIMAvia le PMRA (dit « 100.000 charrues ») à hauteur de 50 %, le gouvernement devra trouver 18,56 millions d'euros, en l'occurrence auprès de la Banque Mondiale puisque c'est elle qui en assure le financement, à titre de don. Les organismes prêteurs devront trouver cette même somme auprès de leurs propres bailleurs.

Pour les ateliers, on suppose qu'il existe des institutions de crédit.

Notons que, ramené au nombre de familles rurales (320.000 pour les sept provinces), le montant total des investissements productifs est de 116 euros, ou encore +/- 38 par actif, un chiffre réaliste par rapport aux économies familiales.

3.5 Les défis concernant les composts

Les défis concernant les composts sont le reflet de la pauvreté chimique des sols, particulièrement en phosphore, calcium et potassium. Il convient donc, dans la mesure du possible, d'y pallier en enrichissant les composts avec des matériaux riches en ces éléments. C'est le cas des phosphates naturels du gisement de l'Est du pays. Il s'agit de phosphates tricalciques, transformés partiellement en phosphates monocalcique au cours du processus de compostage. Sawadogo H. et alii (2008) ont mis en évidence qu'au Yatenga l'incorporation de 400 kg de Burkina phosphate dans du compost, appliqué à 5 T/ha se traduit :

i. par des quantités beaucoup plus importantes de phosphore assimilable dans le sol, ainsi que de calcium et de potassium ;
ii. des rendements en grain et paille de sorgho très supérieurs ;
iii. une végétation naturelle plus diversifiée. Plusieurs villages du projet ZAM en ont eu confirmation.

Il est d'ailleurs probable qu'une dose sensiblement inférieure de Burkina phosphate aurait des effets similaires. C'est un thème majeur de Recherche et Développement.

Une approche complémentaire de l'enrichissement est basée sur les propriétés des *Trichodermes* - des champignons filamenteux présents dans le sol – permettant d'accélérer les processus de dégradation biologique des matières organiques, libérant ainsi plus rapidement les éléments nutritifs qu'elles contiennent (RUDRESH D.L. et alii 2005). Ce sont aussi des auxiliaires précieux pour le contrôle de plusieurs maladies cryptogamiques (par exemple, *Fusarium, Phytopthora, Sclerotaria, etc*). La culture des *Trichodermes* peut être réalisée sur des substrats solides (des graines de maïs ou de sorgho p.ex.) dans des conditions relativement rustiques, ce qui a conduit l'ARFA à s'associer avec une entreprise française (BIOPHYTEC) pour créer en 2013 à Fada N'Gourma le GIE BIOPROTECT, avec une unité de production de spores de *Trichodermes*.

Autre thème majeur de l'amélioration des composts : la disponibilité en fibres végétales, responsables des propriétés physiques du sol (structure, rétention d'eau). Les pailles de céréales étant destinées prioritairement à l'alimentation du bétail, on n'en dispose pas suffisamment pour les composts. Il conviendrait donc d'annexer aux ateliers de fabrication de composts des parcelles de graminées fourragères destinées prioritairement au compostage. L'herbe à éléphant, dans ses deux

versions : non appétées par le bétail (*Miscathus sp*.) et appétées (*Andropogon guyanaus*) pourrait être cultivée à cette intention.

3.6 Pour un programme d'appui à la fabrication de composts de qualité

La qualité des composts est donc essentielle à la réussite du zaï mécanisé amélioré. La procédure « ateliers » présente des mérites très appréciables pour une amélioration collective des méthodes de fabrication. Les investissements sont certes élevés (puits dédié, clôture, moyens de transport…) mais la rentabilité économique devrait être au rendez-vous : les gains de rendements en céréales, selon l'ARFA, sont de l'ordre d'au moins 500 kg de grains par ha. En parcelles maraîchères, les témoignages abondent, mais des mesures économiques précises sont très difficiles à réaliser (récoltes fractionnées, prix variables).

L'approche « quartiers » permet de dimensionner un programme spécifique pour les sept provinces en question. Chaque village est organisé en quartiers, pour des raisons familiales d'une part et de commodités domestiques (un quartier, un puits). Dans le cas de Niessega : trente paysannes, trente familles, soit environ 200 habitants. Une estimation sommaire conduit, pour les 2,250 millions de ruraux des sept provinces, à 11.250 quartiers.
NB : les villages sont très diversement peuplés, de 500 à plus de 3000 habitants.

Les institutions burkinabés ont démontré leur capacité à mener à bien des projets conséquents d'aménagement rural, le PDRD en étant un exemple emblématique.
Un programme d'appui à des ateliers de composts représentant des investissements de l'ordre de 50 millions d'euros (5000 Euros par quartier[14]) est dans les ordres de grandeur des projets en question.

3.7 Au total, quels besoins de financement des kassines et des composts ?

50 millions d'euros pour les composts, 37 pour les kassines, le total des investissements à réaliser pour généraliser le zma dans les sept provinces serait de l'ordre de 87 millions d'euros.

Par famille rurale, ils représentent 272 euros environ, donc dans des limites réalistes, s'agissant d'investissements productifs, donc remboursables : car trois actifs par famille, cultivant chacun un ha en zaï mécanisé amélioré peuvent récolter 3 T de grains (cf § 233), alors qu'auparavant, en zaï manuel, ils n'obtenaient que 0,6 T (0,6 ha/actif x 0,33 T/ha x 3 actifs), soit une plus-value interannuelle proche de 2,5 T de mil ou de sorgho par famille par an, soit 575 euros environ[15].
Hors coût des intérêts, un crédit à cinq ans se traduirait par un remboursement annuel proche de 55 euros, moins de 10% de la plus-value réalisée.
Une subvention de 50% à l'acquisition des kassines diminuerait sensiblement le montant des remboursements, d'un quart environ : ils passeraient à 43 euros, soit moins de 10%.

Bien entendu, les aléas climatiques, particulièrement en début et en fin de saison des pluies, se traduisent par de fortes variations autour de cette moyenne estimée. Les conditions de remboursement devraient y être attentives.

Soulignons le caractère doublement durable de ces investissements :

- Ils visent la mise en œuvre de pratiques agroécologiques respectueuses de l'environnement ;
- ils concernent l'ensemble de la population rurale (pas d'exclusive sectorielle ou marchande).

14 Dont 1000 pour le puits, 500 pour les hache-pailles et 3000 de charrettes et outils de manutention, 500 pour le tamisage et l'ensachage.

15 Sur la base de 15.000 Fcfa (23 euros) le sac de 100 kg, soit 0,23 euros/kg.

3.8 Besoins de Recherche et Développement

(i) : la place des variétés de céréales à cycle court dans les cultures : Dans une stratégie anti-aléatoire vis-à-vis des incertitudes pluviométriques (démarrage tardif des pluies, arrêt précoce en fin de saison) ; créées par la recherche agronomique, ces nouvelles variétés présenteraient des caractéristiques organoleptiques moins appréciées dans le monde rural que celles de leurs parentes tardives mais constituent par leur précocité une alternative au changement climatique caractérisé par le raccourcissement de la saison des pluies. Il conviendrait donc de mettre en place en milieu paysan des dispositifs simples (champs-école), à la fois multi-locaux et pluriannuels, permettant aux producteurs de minimiser les risques.

(ii) : la biodisponibilité de N et P, et leurs interactions : De nombreuses connaissances sont disponibles, mais les conditions de leurs applications dans les principaux systèmes de cultures vivriers et maraîchers sont encore très mal connues : conduite des cultures associées, rôle du processus de compostage (enrichissement en phosphates naturels), contributions des Trichodermes.

Concernant les cultures associées : l'offre variétale du niébé est diversifiée, et les aptitudes à la fixation d'N sont connues, mais la conduite conventionnelle des associations avec les céréales (prioritaires pour les producteurs) devrait être modifiée (semis décalés, en lignes intercalaires. Des dispositifs multi-locaux et pluriannuels sont donc souhaitables.

Concernant la biodisponibilité de P via le compostage,

L'enrichissement des composts en phosphates naturels pourrait être efficace et permettrait d'appliquer dans les parcelles des doses inférieures à 400 kg/ha (comme recommandé).

L'enrobage des semences avec des spores de Trichodermes : la présence de Trichodermes au contact direct des jeunes plantules permettrait de limiter les maladies fongiques, de favoriser la production de formes assimilables de N et P, et de stimuler la croissance (présence de précurseurs des auxines). Après la confirmation des résultats préliminaires, il conviendra de procéder à la validation en conditions paysannes et à l'étude, en laboratoire des mécanismes en cause.

(iii) : la caractérisation des qualités agronomiques des composts, tant chimiques (disponibilité de nutriments) que physiques (texture des sols, propriétés hydriques), et biologiques. Les conditions locales de fabrication des composts sont en effet très variables, y compris au long des saisons (composantes, processus de fermentation, conditions de conservation). Dans cet esprit, la mise au point de tests rustiques réalisés in situ, par exemple dans des ateliers locaux spécialisés disposant d'un équipement ad hoc, permettrait de disposer de mesures « opposables » entre fabricants et utilisateurs serait très utile. Pour ce qui est du N soluble, les bandelettes existantes sur le marché pourraient satisfaire à des exigences minimales (ordre de grandeur des teneurs).

Beaucoup de ces mesures pourraient être réalisées en vases de végétation, à partir d'échantillons de sols prélevés in situ, les autres analyses étant conduites en laboratoire selon les méthodes conventionnelles.

3.9 L'accompagnement des initiatives locales avec des pratiques pédagogiques adaptées

Les pages précédentes déclinent les composantes d'une « offre » de pratiques agroécologiques contribuant à la sécurité vivrière.

Dans les sept provinces concernées, l'historique des projets de développement mettrait certainement en évidence une liste impressionnante. Les paysans concernés « en ont vu d'autres », leurs enfants ne se voient peut-être pas un avenir au village, et leurs épouses, quand c'est possible, ne gagnent un peu d'autonomie financière qu'avec le maraîchage ou l'aviculture ; la responsabilité de l'exploitation, ce n'est pas leur affaire, sauf veuvage ou migrations de longue durée, des cas de moins en moins rares.

Il est clair, dans ces conditions, qu'une démarche descendante (« nous vous apportons le savoir… ») est inadaptée. Ce qui motive le monde rural (et pas seulement au Sahel), c'est de prendre connaissance de pratiques paysannes novatrices. D'où la démarche « paysans à paysans » : organiser des rencontres, des visites, des débats.

L'étape suivante consiste à voir, mesurer, « humer » : la méthode des champs-école s'y prête. Elle connaît des modalités diverses, mais ces modalités ont en commun la comparaison de pratiques (conventionnelles vs proposées) sur des parcelles de dimension « pédagogique » (au moins 20mx30m), donnant lieu à des visites, observations, mesures, discussions des résultats.

Il convient ensuite de laisser le temps à la réflexion : je m'endette, oui ou non ? J'engage l'avenir des miens ? Je change radicalement mes pratiques : qu'en penseront mes voisins ?

Conséquemment, il faut prendre le temps d'accompagner : « pas à pas », prenons notre temps, même si par ailleurs le temps presse.

« Pas à pas, paysans à paysans » (4P) serait donc la ligne de conduite d'un programme d'accompagnement du zaï mécanisé amélioré dans les 7 provinces. Nous connaissons des techniciens qui le pratiquent, d'autres sont susceptibles d'y adhérer.

Mais alors combien de techniciens, avec quels moyens ? La configuration précise ne peut être appréhendée que localement, en fonction de l'historique des projets, de l'évolution des structures gouvernementales, de l'émergence de nouveaux acteurs institutionnels (les Chambres d'agriculture, les OP, les ONG…).

On peut toutefois avoir une certaine idée des coûts correspondants, grâce à l'expérience d'ONG dont c'est le métier. C'est le cas d'AVSF (soixante projets dans vingt pays, depuis une trentaine d'années) : le coût annuel de l'accompagnement technique et pédagogique d'une famille paysanne est de l'ordre de 20 à 30 euros par an, pendant la durée de l'accompagnement.

Sur cette base, quel serait le coût pour 320.000 familles ? De l'ordre de 8 millions d'euros par an à pleine charge, moins dans la démarche nécessairement progressive (64.000 par an). Ce sont donc environ 20 millions d'euros dont il faut disposer pour les cinq ans.

Soulignons qu'il s'agit nécessairement de financements non remboursables, à la charge du budget public et de la solidarité internationale.

3.10 Un programme quinquennal d'appui au Zaï Mécanisé Amélioré

En résumé des propositions antérieures :

Sept provinces particulièrement affectées par l'insécurité vivrière, soit 2.250.000 ruraux, 320.000 familles vivant dans 11.000 quartiers, mettant en œuvre les pratiques agroécologiques susceptibles de garantir au moins la sécurité vivrière, et au-delà si des surplus permettent d'entretenir une production avicole locale, pour lequel nous disposons de références solides (AVSF 2011), d'accroître le cheptel de petits ruminants, de vendre des ânes.

Coût des investissements productifs, remboursables : 87 millions d'euros

Coût de l'accompagnement / formation (subvention publique) : 20 millions.

On est donc dans des limites de projets dont les institutions burkinabés sont familières, avec un succès reconnu.

NB : le coût de la Recherche/Développement n'a pas été chiffré, mais il restera modeste par rapport aux autres activités.

CONCLUSION

Les institutions burkinabés ont acquis une solide expérience de gestion efficace de projets de développement rural, y compris dans les zones soumises à des contraintes agroécologiques sévères.

Les dimensions du projet quinquennal proposé ci-dessus pour les sept provinces les plus affectées par l'insécurité vivrière sont du même ordre de grandeur.

Du coût total estimé, de l'ordre de 107 millions d'euros, dont 87 correspondent à des investissements productifs, pour la fabrication de kassines et de composts de qualité, susceptibles de remboursements dans le cadre de crédits adaptés, une subvention de 50% à l'acquisition des kassines diminuerait sensiblement le montant des remboursements à la charge des familles bénéficiaires : ils passeraient à 43 euros, soit moins de 10% de la valeur ajoutée annuelle créée par le Zaï Mécanisé Amélioré.

En termes de financement public subventionné, les dépenses ne dépassent pas 20 millions, soit 625 par famille, ou 125 par an.

Des coûts modestes au regard des valeurs ajoutées économiques (la sécurité vivrière, la diversification des productions), sociales (une démarche inclusive) et environnementales (au moins 1 million d'ha réhabilités, soustraits à la désertification).

RÉFÉRENCES

1 ARFA, CRREA Est (2005) : « Projet de mise au point et test d'application d'un compost enrichi à l'engrais biologique ORCA : rapport final » ARFA Fada N'Gourma

2 AVSF : « Développement de l'aviculture villageoise en Afrique de l'Ouest : vingt ans d'expérience au Togo, au Mali et au Sénégal : bilan et perspectives » Lyon 2011.

3 BARRO A., HIEN V., BILLAZ R., KABORE I. et KONKISSERE S. (2007) : « La pratique du zaï mécanique par les paysans innovateurs du Nord et du centre du Burkina Faso » FRSIT Ouagadougou.

4 BARRO A., ZOUGMOURE R., MARAUX F., DUGU EP. (2007) : « Etude de cas sur la récupération des sols dégradés dans le plateau central du Burkina Faso : un chemin vers une agriculture durable » INERA Ouagadougou.

5 BILLAZ A. (2019) ; « Des outils cartographiques au service de la gestion agroécologique des terroirs sahéliens ; le cas du Burkina Faso » (à paraître)

6 BILLAZ R. (2012) : « La lutte contre les aléas climatiques au Burkina Faso ; acquis et défis de l'agroécologie ; le cas de la Région Nord » AVSF / RURALTER Lyon.

7 BOTONI Edwige, REIJ Chris : « La transformation silencieuse de l'environnement et des systèmes de production au Sahel » 1989 CIS Amsterdam, CILSS

8 DEMBELE Y. & SOME L. « Propriétés hydrodynamiques des principaux types de sol du Burkina Faso » in Soil Water Balance in Vie Sudano-Sahelian Zone (Proceedings of the Niamey Workshop, February 1991). IAHS Publ. no. 199,1991. INERA.

9 DUGUE P. « Possibilités et limites de l'intensification des systèmes de culture vivriers en zone soudano-sahélienne : le cas du Yatenga au Burkina Faso » 1989 Thèse de docteur-ingénieur. ENSAM Montpellier

10 LHOSTE P., HAVARD M., VALL E. (2013) : « La traction animale ». Agricultures tropicales en Poche « AtP » Paris

11 MARCHAL J.Y. (1983) : « Yatenga : Dynamique d'un espace rural soudano-sahélien » ORSTOM Paris

12 MICROFEL (2013) : « La promotion du Moringa au Burkina Faso » diaporama ; cf le site web de MICROFEL

13 OUEDRAOGO E. (2004) : « Le compostage pour l'amélioration de la fertilité des sols et la production agricole au Sahel » ; CEAS Ouagadougou

14 REIJ C., THIOMIANO T. (2003) : « Développement rural et environnement au Burkina Faso La réhabilitation de la capacité productive des terroirs sur la partie Nord du Plateau central entre 1980 et 2001 » Rapport de synthèse GTZ/Patecore ; USAID

15 ROOSE E., KABORE V., GUENAT C. (1995) : « Le zaï. Fonctionnement, limites et améliorations d'une pratique traditionnelle africaine de réhabilitation de la végétation et de la productivité des terres dégradées en région soudano-sahélienne (Burkina Faso) ». Cahiers ORSTOM Pédologie. In : Spéciale érosion : réhabilitation des sols et GCES. Pp 158---173

16 RUDRESH, D L.; SHIVAPRAKASH, M K.; PRASAD, R D (2005) . "Tricalcium phosphate solubilizing abilities of Trichoderma spp. in relation to P uptake and growth and yield parameters of chickpea (Cicer arietinum L.)". Canadian journal of microbiologie,) Volume 51, Number 3, pp. 217-222.

17 SAGNON S. (2005) : (2006) : « Rapport d'activités de R/D INERA/ARFA : suivi de la production et du test d'application du compost enrichi à l'engrais biologique ARFA » INERA Ouagadougou.

18 SAWADOGO H., Bock L., LACROIX D., ZOMBRE N. P. (2008) : « Restauration des potentialités de sols dégradés à l'aide du zaï et du compost dans le Yatenga (Burkina Faso) » : Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2008 12(3), 279-290

Un champ de sorgho conduit en zaï mécanisé amélioré
Nassan / Tougan septembre 2017

PROMMATA International est une association française de solidarité internationale, qui travaille pour soutenir l'utilisation d'un Machinisme Agricole Moderne à Traction Animale et la mise en œuvre de nouvelles pratiques agricoles favorisant la durabilité environnementale (pratiques de conservation des eaux et des sols). PROMMATA International partage ses savoir-faire, forme les agriculteurs /agricultrices et les animateurs/ formateurs locaux.

Elle est basée à Rimont en Ariège. www.prommata-international.fr

CASE Burkina : Collectif des Associations du Sud Est pour le Burkina est une association de solidarité internationale (ASI) regroupant une trentaine d'ASI actives depuis de nombreuses années auprès de villages burkinabés dans le domaine de l'éducation, de la santé et du développement.

Elle est basée à Oullins, dans le Rhône. www.caseburkina-dag.fr