

Ministère de l'Agriculture,
des Ressources Animales
et Halieutiques



BURKINA FASO
Unité- Progrès- Justice

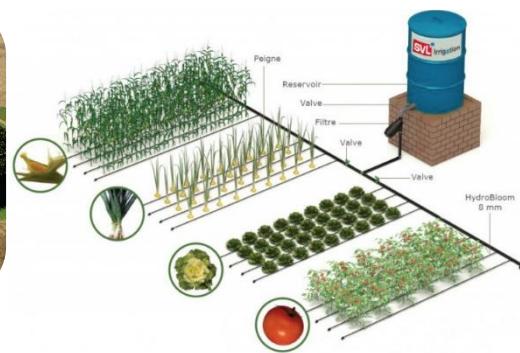
Direction Générale des
Aménagements agro-pastoraux
et du Développement de l'Irrigation



ETUDE DE CAPITALISATION DES TECHNIQUES ET TECHNOLOGIES CES/DRS ET LEURS NORMES DE REALISATION AU BURKINA FASO

VOLUME DE SYNTHESE

Version finale



Décembre 2022

Consultants :

- Issa Martin BIKIENGA
- Michel P. SEDOGO
- Georges TAPSOBA
- Komonséra R.A. DIOMA

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX	6
INTRODUCTION	7
PREMIERE PARTIE : GENERALITES	9
1.1. Bref historique de la CES/DRS au Burkina Faso.....	9
1.2. Description du contexte et justification de l'étude.....	14
1.3. Objectifs et résultats attendus de l'étude.....	16
1.3.1. Objectifs.....	16
1.3.2. Résultats attendus.....	16
1.4. Démarche méthodologique adoptée pour la conduite de l'étude	17
1.4.1. Principales activités menées	17
1.4.2. Démarche et outils de mise en œuvre	18
DEUXIEME PARTIE : RESULTATS DE LA CAPITALISATION DES TECHNIQUES ET TECHNOLOGIES DE CES/DRS.....	19
2.1. Vue synoptique des techniques et technologies de CES/DRS répertoriées.....	19
2.1.1. Recensement des techniques et technologies existantes dans les différentes structures de recherche-développement.....	19
2.1.2. Classification des techniques et technologies de CES/DRS répertoriées	21
2.2. Analyse des techniques et technologies de CRES/DRS répertoriées	22
2.2.1. Analyse environnementale et socio-économique.....	22
2.2.2. Analyse selon le genre.....	27
2.2.3. Analyse selon le potentiel pour l'agroécologie	28
2.3. Enseignements tirés des données collectées sur le terrain	30
TROISIEME PARTIE : NORMES DE CONCEPTION ET DE REALISATION DES OUVRAGES DE CES/DRS....	31
3.1. Normes de conception	31
3.1.1. Les dégradations courantes observées sur les ouvrages de CES/DRS et les structures biologiques	31
3.1.2. Etat des lieux et choix du type d'ouvrage	32
3.1.3. Données de base	33
3.2. Normes de réalisation	35
3.3. Suivi-contrôle.....	36
3.4. Normes de gestion et d'entretien	39

QUATRIEME PARTIE : TECHNIQUES ET TECHNOLOGIES DE CES/DRS LES PLUS PERTINENTES	43
4.1. Approche pour le choix des techniques et technologies les plus pertinentes.....	43
4.2. Synthèse des fiches techniques des techniques et technologies les plus pertinentes	44
4.3. De l'intérêt à accorder aux autres techniques et technologies de CES/DRS.....	49
CINQUIEME PARTIE : STRATEGIES DE GESTION DURABLE DES TECHNIQUES ET TECHNOLOGIES DE CES/DRS LES PLUS PERTINENTES.....	50
5.1. Au plan politique	50
5.2. Au plan technique	50
5.3. Au plan socio-économique	51
CONCLUSION	53

SIGLES ET ABREVIATIONS

BCER :	Bassin de Collecte d'Eau de Ruissellement
CES/AGF :	Programme spécial de Conservation des Eaux et des Sols et Agroforesterie dans le Plateau central
CES/DRS :	Conservation des eaux et des sols/défense et restauration des sols
CIEH :	Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques
CNRST :	Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique
CPP :	Partenariat pour la Gestion durable des terres
CSI-GDT :	Cadre Stratégique d'Investissement en Gestion Durable des Terres
CTS :	Comité Technique de Suivi
DGADI :	Direction Générale des Aménagements agro-pastoraux et du Développement de l'Irrigation
DGAHDI :	Direction Générale des Aménagements Hydro-Agricoles et du Développement de l'Irrigation
FIDA :	Fonds International de Développement Agricole
GDT :	Gestion durable des terres
GERES :	Groupement Européen de Restauration des Eaux et des Sols
GIFS :	Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols
GIZ :	Deutsche Geselleschaft fuer Internationale Zusammenarbeit
GRN :	Gestion des Ressources Naturelles
GRN/SP :	Gestion des Ressources Naturelles/Système de Production
INERA :	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
IREM/LCD :	Initiative Environnement Mondial/Lutte contre la Désertification
NDT :	Neutralité en matière de Dégradation des Terres
ONG :	Organisation Non Gouvernementale
ONU :	Organisation des Nations Unies
PAGIFS :	Plan d'Action pour la Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols
PAM :	Programme Alimentaire Mondial

PATECORE :	Projet d'aménagement des terroirs et conservation des ressources dans le Plateau central
PFNL :	Produit Forestier Non Ligneux
PNGT :	Programme National de Gestion des Terroirs
PNUD :	Programme des Nations-Unies pour le Développement
PROSOL :	Projet « Réhabilitation et protection des sols dégradés et renforcement des instances foncières locales dans les zones rurales du Burkina Faso »
RNA :	Régénération Naturelle Assistée
SNRCRS :	Stratégie Nationale de Restauration, Conservation et Récupération des Sols
SP/CNDD :	Secrétariat Permanent du Conseil National pour le Développement Durable
SP/CONEDD :	Secrétariat Permanent du Conseil National pour l'Environnement et le Développement Durable
SP/CPSA :	Secrétariat Permanent de la Coordination des Politiques Sectorielles Agricoles
SPONG :	Secrétariat Permanent des Organisations Non Gouvernementales
UAW :	Université Agronomique Wageningen (Pays Bas)
UCL :	Université Catholique de Louvain
UICN :	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNCCD :	Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des principaux projets de CES/DRS réalisés entre 1960 et 2000	10
Tableau 2 : Techniques, technologies et ouvrages CES inventoriés	20
Tableau 3 : Classification des techniques CES/DRS par zones climatiques.....	21
Tableau 4 : Effets agroécologiques et socioéconomiques des techniques CES/DRS.....	22
Tableau 5 : Potentiels agro écologiques et socioéconomiques des techniques CES/DRS.....	28
Tableau 6 : Les dégradations en fonction des ouvrages et structures biologiques.....	32
Tableau 7 : Profil du personnel de suivi-contrôle	37
Tableau 8 : Normes de gestion et d'entretien des ouvrages de CES/DRS	40
Tableau 9 : Techniques, technologies et ouvrages CES inventoriés	44
Tableau 10 : Description sommaire des techniques CES retenues.....	45

INTRODUCTION

Au Burkina Faso, la sécurité alimentaire et nutritionnelle demeure une question essentielle pour le développement durable du pays. Reconnue comme faisant partie des Droits fondamentaux de l'Homme et faisant l'objet de l'Objectif de Développement Durable 2, elle est encore loin d'être une réalité. L'atteinte de cet objectif est freinée par de nombreux facteurs défavorables dont la dégradation des terres. Pour y faire face, le pays s'est engagé depuis les années 1960 dans la lutte contre ce phénomène. Les pratiques en matière de CES/DRS existent depuis longtemps, mais étaient fondées sur des savoirs et des savoir-faire traditionnels aux effets parfois limités. Malgré leur intérêt, ces pratiques traditionnelles ne pouvaient pas répondre aux besoins de croissance et de modernisation de l'agriculture burkinabè dans la perspective d'une sécurité alimentaire et nutritionnelle durable. Au fil du temps, grâce à des projets et programmes mis en œuvre par l'Etat avec l'appui des partenaires techniques et financiers, et aux efforts des ONG, des résultats positifs ont été enregistrés. De nombreuses techniques et technologies vulgarisées se sont révélées efficaces. En outre, leur intérêt économique a été mis en évidence, entre autres, par l'étude sur l'Economie de la Dégradation des terres (ELD) au Burkina Faso réalisée en 2019 au Burkina Faso¹. L'ELD a notamment démontré que :

- Les aménagements fournissent des avantages substantiels aux utilisateurs des terres. Leur valeur est située dans un intervalle compris entre 162 000 FCFA/ha/an et 440 350 FCFA/ha/an.
- La gestion durable des terres est un secteur d'investissement intéressant pour le secteur privé, car les aménagements sont rentables sur la durée. Au taux d'actualisation de 10%, le taux de rentabilité des aménagements s'établit au maximum à 35% pour le mil et au minimum à 8% pour le maïs. Sur 10 ans, cela permet de dégager un flux net global de près de 400 000 FCFA pour un ha aménagé de mil et de plus de 270 000 FCFA pour un ha aménagé de maïs.

Sur un autre plan, en 2017 le Burkina Faso a adopté une déclaration dite « **Déclaration sur l'engagement du Burkina Faso à mettre en œuvre l'objectif de Neutralité en matière de dégradation des terres d'ici 2030** ». Cette Déclaration a été signée le 15 juin 2017 par Madame Monique BARBUT, Secrétaire exécutive de la CNULCD et Monsieur Batio BASSIERE, à l'époque Ministre de l'environnement, de l'économie verte et du changement climatique, en marge de la commémoration de la Journée mondiale de la lutte contre la désertification qui s'est tenue du 14 au 17 juin 2017 à Ouagadougou.

Pour tirer le meilleur parti des techniques et technologies vulgarisées et accompagner les efforts de l'Etat burkinabè vers l'atteinte de la Neutralité en matière de dégradation des terres (NDT), il faut opérer des choix rationnels dont la capitalisation des techniques et technologies de conservation des eaux et des sols/défense et restauration des sols (CES/DRS). Cette capitalisation doit permettre d'identifier les techniques et technologies de CES/DRS les plus

¹ Traoré Sidnoma et Requier-Desjardins Mélanie (2019). Etude sur l'économie de la dégradation des terres au Burkina Faso

efficaces, les plus rentables et les mieux adaptées aux conditions socio-économiques des producteurs agricoles. Par ailleurs, les normes de leur réalisation doivent être définies pour permettre leur reproduction exacte sur le terrain.

La présente étude a été entreprise dans le but d'établir un recueil des acquis et expériences dans les domaines de la gestion durable des terres, en vue de leur pérennisation, partage, mise à l'échelle et reproduction par l'ensemble des acteurs au Burkina Faso. Le présent rapport de synthèse comporte cinq (5) parties :

- première partie : généralités ;
- deuxième partie : résultats de la capitalisation des techniques et technologies de CES/DRS ;
- troisième partie : normes de conception et de réalisation des ouvrages de CES/DRS ;
- quatrième partie : techniques et technologies de CES/DRS les plus pertinentes ;
- cinquième partie : stratégies de gestion durable des techniques et technologies de CES/DRS les plus pertinentes.

Il a pour but de donner une vue synoptique des techniques et technologies de CES/DRS répertoriées au Burkina Faso, leur description, leurs normes de réalisation et leur gestion dans la durée.

PREMIERE PARTIE : GENERALITES

1.1. Bref historique de la CES/DRS au Burkina Faso

Les techniques et technologies de CES/DRS, comme d'autres techniques et technologies agricoles, dans bon nombre de contextes, ont été bâties sur des savoirs et des savoir-faire paysans. Au fil du temps, avec l'appui de la recherche, de traditionnelles elles sont devenues modernes. Ainsi, au Burkina Faso, les techniques et technologies de la CES/DRS ont une histoire qu'il est important de connaître.

Le Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (CIEH) a réalisé en 1992 une étude intitulée « **Les techniques de conservation des eaux et des sols dans les pays du Sahel** » dans le cadre de la collaboration entre le CIEH (Ouagadougou, Burkina Faso) et l'Université Agronomique Wageningen aux Pays-Bas. Les éléments-clés contenus dans ce rapport permettent de faire un bref historique de la CES/DRS au Burkina Faso. Ils sont résumés dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Liste des principaux projets de CES/DRS réalisés entre 1960 et 2000

Désignation du projet	Localisation	Objectifs et activités	Début	Fin
<i>Projets d'exécution</i>				
Le projet GERES	Région de Ouahigouya	Lutte antiérosive	1962	1965
Projet Fonds de l'Eau et de l'Equipement Rural (ex Fonds de Développement Rural)	Plateau Central	Les objectifs étaient multiples. Le principal était la réalisation d'aménagements de CES/DRS.	1972	En cours d'exécution en 1992
Projet Agro Forestier	Province du Yatenga	<p>Autopromotion paysanne en vue d'une autosuffisance alimentaire dont les principaux volets étaient :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la formation des paysans et agents à diverses techniques de CES/DRS et d'accompagnement (agroforesterie, végétalisation, fumure organique), • l'organisation de comités pour l'exécution des travaux, • la gestion du matériel. 	1979	En cours d'exécution en 1992
Projet Agro Ecologie	Provinces du Yatenga et du Soum	Assurer la survie des paysans par l'application de mesures de conservation des terres arables. Dans ce cadre, des activités de formation d'encadreurs de groupements, l'apprentissage et la vulgarisation de techniques de CES et d'amélioration de l'agriculture et de l'élevage étaient entreprises.	1981	En cours d'exécution en 1992

Désignation du projet	Localisation	Objectifs et activités	Début	Fin
<i>Projets d'exécution</i>				
Projet Recherche / Développement	Province du Yatenga (12 villages concernés)	<ul style="list-style-type: none"> • Caractériser les systèmes agraires et le milieu naturel et humain du Yatenga. • Mettre au point des techniques adaptées aux conditions agroécologiques. • Mener des actions-recherches en matière de gestion de terroirs et de conseils en gestion aux producteurs (dont, en particulier des techniques de CES et de végétalisation). 	1983	1992
Projet de Programmation et Exécution du Développement Intégré	146 villages de la province du Sanmatenga	<p>Les objectifs s'inscrivaient dans les orientations nationales et régionales exprimées dans le plan quinquennal de développement populaire. C'étaient :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une recherche sur la pluviométrie et la nappe phréatique et sur les aspects techniques et socio-culturels des aménagements antiérosifs, • la sensibilisation et la formation des agents et des villageois pour les activités suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - aménagements de CES, - plantations, - construction d'étables, de fosses fumières, de banques céréalières, - réfection des pistes, - création de retenues d'eau. 	1982	En cours d'exécution en 1992

Désignation du projet	Localisation	Objectifs et activités	Début	Fin
<i>Projets d'exécution</i>				
Projet d'Aménagement des Terroirs et Conservation des Ressources sur le Plateau Central	Principalement les provinces du Bam et du Passoré, mais aussi celles du Sanmatenga et d'Oubritenga	<ul style="list-style-type: none"> Renforcement de la capacité d'auto-assistance paysanne. Amélioration de la situation socio-économique des femmes. Lutte antiérosive et amélioration de la valorisation des terres. Recherches sur l'impact des techniques de CES/DRS sur la production agricole et la situation socio-économique. 	1988	Vers 1999
Projet Digues Filtrantes de la Région de Rissiam	Région de Rissiam (province du Bam)	<p>L'objectif global était l'autopromotion villageoise pour l'amélioration des ressources en eau et en nourriture par la construction en 3 ans de 300 digues filtrantes servant à la mise en culture d'hivernage de 300 hectares (sorgho, maïs, riz). Depuis 1987, des cordons de pierres étaient également réalisés. Dans ce cadre, les activités mises en œuvre étaient :</p> <ul style="list-style-type: none"> une sensibilisation dans les villages, la création de Conseils d'Administration pour la construction des digues, la formation d'animateurs et de formateurs villageois, une assistance à l'implantation des ouvrages. 	Octobre 1986	1992

Désignation du projet	Localisation	Objectifs et activités	Début	Fin
<i>Projets de recherche</i>				
Les recherches sur micro-parcelles dans des stations de recherche	Gonsé et Saria	Mesurer les effets des différents types de travail du sol sur le ruissellement, l'érosion et les rendements des cultures de mil, sorgho et maïs	1984	ND
Les recherches sur parcelles de plus grande taille	Gampéla, Linoghin et Bidi	Mesurer le ruissellement, l'érosion et les rendements agricoles sur des parcelles cultivées de manière "traditionnelle" et des parcelles traitées de différentes façons avec des mesures de CES	1967	1988
Les recherches en milieu paysan	Bidi, Namsiguia, Rissiam	Comparaison de deux bassins versants de 40 ha environ, dont un tiers couvert par des champs de culture. L'un a été aménagé par des cordons de pierres et des digues filtrantes, l'autre n'a pas été aménagé.	1986	1990

1.2. Description du contexte et justification de l'étude

Le Burkina Faso, de par sa situation géographique au cœur du Sahel, présente un profil écologique fragile. De ce fait, il subit fortement les effets des changements climatiques qui se manifestent notamment par la récurrence des extrêmes climatiques (inondations, sécheresses), les évaporations élevées, engendrant une forte dégradation des terres.

L'Etat a très tôt affiché sa détermination à lutter résolument contre la dégradation des terres. Cet effort s'est traduit par des actions de conservation des eaux et des sols/défense et restauration des sols (CES/DRS), l'élaboration et la mise en œuvre de politiques, stratégies, plans et programmes d'actions sectoriels comme sous-sectoriels traitant tous de la gestion des ressources naturelles (GRN) et de la gestion durable des terres (GDT). Les premières interventions étatiques dans le domaine de la CES ont eu lieu dans les années 1960 dans l'actuelle province du Yatenga.

La dégradation des sols constitue une des principales contraintes de l'agriculture burkinabè. Le phénomène compromet la durabilité de la production agricole et, par conséquent, la sécurité alimentaire des populations, surtout celles qui dépendent de ce secteur. En effet, une étude (SP CONEDD, 2006) estime qu'environ 11% des terres du pays sont considérées comme très dégradées et 34%, comme moyennement dégradées. Cette dégradation des terres a de nombreuses conséquences aussi bien écologiques que socioéconomiques néfastes (disparition du couvert végétal, fragilisation des écosystèmes, baisse de la fertilité des sols, baisse des revenus, migration, etc.).

Face à cette dégradation et à la mauvaise gestion des ressources naturelles existantes, des efforts sont entrepris par les organismes de développement étatiques et les Organismes Non Gouvernementaux (ONG) pour inverser la tendance, diffuser et mettre en place des innovations techniques de qualité. Ainsi de nombreuses actions de lutte contre la dégradation des terres et la désertification ont été mises en œuvre par les populations avec le soutien de l'Etat et de ses partenaires. D'importants investissements financiers et humains ont été consentis pour la mise au point et la diffusion des techniques de conservation des eaux et des sols. On a noté dans certains contextes, le rôle joué par le secteur privé. En effet, des entreprises privées ont été constituées pour réaliser des ouvrages de CES/DRS ou pour louer leurs moyens logistiques après une contractualisation avec des projets et programmes. Malgré ces nombreux investissements de projets et programmes tels que PATECORE (1988 - 2004), PSA-RTD (2007 - 2012), CES-AGF (1988 - 2003), PDRD (2005 - 2013), les résultats sont mitigés dans les projets de lutte contre la dégradation des sols. Les principales raisons sont : i) une faible maîtrise technique des activités de CES/DRS par les acteurs du développement rural qui réduit les effets attendus et la durabilité, ii) l'insuffisance d'intrants pour accompagner la mise en valeur et/ou révéler la performance des actifs productifs, iii) la capacité limitée des bénéficiaires à assurer l'entretien et la maintenance des aménagements et iv) la faible coordination dans les approches d'intervention et de capitalisation.

Cependant, de nouvelles approches techniques et technologies en matière de CES/DRS et des autres techniques de transformation et/ou de conservation développées en complément de la création d'actifs sont mises en œuvre ou testées par les acteurs du développement rural sur le terrain.

C'est dans cette optique que la Direction Générale des Aménagements agro-pastoraux et du Développement de l'Irrigation (DGADI), dans le cadre de la Stratégie nationale de restauration, conservation et récupération des sols (SNRCRS) au Burkina Faso 2020-2024, envisage de capitaliser les expériences des ONG et Associations de développement ainsi que les structures de recherches dans les domaines de la gestion durable des terres, pour aboutir à un guide/recueil de l'ensemble des techniques d'aménagement, de préservation et de restauration des sols et des eaux, y compris l'agriculture de conservation.

Comme susmentionné, des efforts importants ont été consentis par le Burkina Faso dans la gestion durable des terres (GDT) à travers les projets faisant intervenir les techniques de CES/DRS. Mais au regard de la fragilité écologique du pays et du phénomène des changements climatiques, beaucoup reste encore à faire. D'où la nécessité de poursuivre les investissements dans les actions de CES/DRS.

En jetant un regard sur le passé, on note que les investissements dans la CES/DRS ne sont pas nouveaux au Burkina Faso. Le pays dispose d'une vaste expérience en la matière. Le potentiel existant en matière de GDT peut être illustré notamment par :

- Le recueil de technologies de CES/DRS établi par le Programme national de gestion des terroirs (PNGT) et le Secrétariat permanent du Conseil national pour l'environnement et le développement durable (SP/CONEDD).
- Le recueil des bonnes pratiques de gestion durable des terres au Burkina Faso élaboré par le Programme national de partenariat de gestion durable des terres (CPP) à travers la production d'un rapport consistant.
- Le cadre stratégique d'investissement en gestion durable des terres au Burkina Faso (CSI-GDT).
- La Stratégie nationale de restauration, conservation et récupération des sols au Burkina Faso et son Plan d'actions.
- La situation de référence des terres dégradées et de la CES au Burkina Faso.

A cela s'ajoutent les expériences de nombreux projets et programmes de GDT exécutés ou en cours d'exécution au Burkina Faso. C'est donc dire que le pays dispose d'un capital important pouvant aider à juguler la dégradation des terres, notamment par les actions de CES/DRS. Pour aller de l'avant, il faut sélectionner les techniques et technologies les plus pertinentes après une analyse biophysique, environnementale et socio-économique. Ensuite, il faut créer les conditions de leur reproduction exacte sur le terrain pour maximiser les effets et impacts qu'elles permettent d'obtenir. Cette étude vient donc à point nommé pour conforter les efforts déjà déployés ou en cours dans le domaine de la GDT en vue d'un accroissement de la production agro-sylvo-pastorale. Ainsi, les projets et programmes, les acteurs étatiques et non étatiques, pourront disposer d'un support adéquat pour créer plus d'impact dans leurs actions en milieu rural.

1.3. Objectifs et résultats attendus de l'étude

1.3.1. Objectifs

L'objectif général de cette étude est de constituer un recueil des acquis et expériences dans les domaines de la gestion durable des terres, en vue de leur pérennisation, partage, mise à l'échelle et reproduction par l'ensemble des acteurs au Burkina Faso. Sa finalité est d'arriver à une typologie des ouvrages de CES/DRS et des autres techniques de transformation et ou de conservation développées en complément de la création d'actifs pour permettre d'identifier le groupe de techniques appropriées, d'assurer la qualité, la durabilité, la rentabilité et la fonctionnalité des actifs qui sont créés.

Comme un outil d'aide à la décision opérationnelle, cette étude devra permettre aux acteurs du secteur agro-sylvo-pastoral de choisir les techniques les mieux adaptées à l'environnement, aux conditions locales, à la vocation attendue, et de conduire les travaux d'aménagements suivant les normes requises pour leur efficience et durabilité.

Cette étude s'intéresse à l'ensemble des techniques de CES/DRS qui sont développées au Burkina Faso. Elle prendra en compte l'agriculture de conservation, les techniques de conservation de l'eau de pluie ou de lutte contre l'érosion hydrique, les ouvrages de lutte contre l'érosion éolienne, les ouvrages de captage des eaux et aménagements de bas-fonds et de divers périmètres. L'ensemble des techniques devront concerter le secteur de la production agro-sylvo-pastorale, aussi bien à la parcelle qu'à l'échelle communautaire.

1.3.2. Résultats attendus

Les objectifs spécifiques assignés à cette étude se déclinent ainsi qu'il suit :

- Passer en revue les différentes techniques et technologies de CES/DRS et autres techniques de transformation et/ou de conservation développées dans le cadre de la création d'actifs physiques, naturels, financiers, sociaux ou humains sur la base des normes disponibles dans la littérature, y compris celles du PAM, et des leçons tirées de la mise en œuvre de chaque technique par l'ensemble des praticiens, et bien entendu les producteurs ;
- Donner des descriptions détaillées et les normes de réalisation des techniques de CES/DRS les plus pertinentes dans un contexte d'aménagement de bassin versant avec les éléments suivants :
 - a) la description de la technologie (définition, formes et dimensions, répartition sur le terrain, les étapes d'exécution de la technologie, etc.) ;
 - b) les objectifs ;
 - c) les avantages et les inconvénients en termes de coûts, de mobilisation communautaire, de technicité et de maintenance ;
 - d) les zones et domaines d'application ;
 - e) les saisons et les périodes du calendrier saisonnier pour la mise en œuvre ;

- f) les illustrations visuelles avant, pendant et après chaque technique (schémas et photos) ;
- g) les standards minimums de qualité ;
- h) la quantification en Hommes-Jours des différentes étapes de mise en œuvre de la technologie (définition des sous-activités et des normes par sous-activité) ;
- i) l'identification des innovations de la recherche apportées aux techniques, et la prise en compte des adaptations endogènes ;
- j) la conception et la mise à jour des fiches techniques avec des illustrations pour servir de guides et d'outils d'aide à la décision des praticiens dans le cadre des stratégies d'appropriation et de vulgarisation des technologies innovantes en matière de gestion durable des terres et des productions agro-sylvo-pastorales ; ce modèle devra inclure les thématiques transversales comme le genre, la jeunesse, les innovations endogènes et les opportunités d'entreprenariat.

- Proposer le modèle du recueil consensuel basé sur les fiches techniques avec des illustrations pour servir de guides et d'outils d'aide à la décision des praticiens dans le cadre de stratégies d'appropriation et de vulgarisation des technologies innovantes en matière de gestion durable des terres et des productions agro-sylvo-pastorales. Ce modèle devra inclure les thématiques transversales comme le genre, la jeunesse, les innovations endogènes et les opportunités d'entreprenariat.

1.4. Démarche méthodologique adoptée pour la conduite de l'étude

1.4.1. Principales activités menées

Les principales activités menées dans le cadre de cette étude ont été les suivantes :

- la revue des documents de capitalisation existants ;
- la collecte d'informations sur les techniques CES/DRS existantes ainsi que leur mise en œuvre sur le terrain, y compris les acteurs et les bénéficiaires, ainsi que leurs impacts sur la productivité des sols et les conditions socio-économiques des bénéficiaires ;
- la conception d'une base de données répertoriant les techniques CES/DRS existantes ainsi que les informations collectées sur celles-ci ;
- l'exploitation de la base de données pour une typologie des techniques CES/DRS et l'élaboration de fiches techniques comportant des illustrations et des analyses sur les innovations faites par la recherche, les adaptations et innovations endogènes ainsi que les opportunités d'entreprenariat pour les jeunes et les femmes ;
- le traitement des données selon la méthodologie convenue avec le Comité technique de suivi lors de la réunion de cadrage ;
- l'élaboration d'un document de synthèse sur les techniques et technologies de CES/DRS ;
- l'animation des différentes rencontres avec le Comité Technique de Suivi (CTS) et lors de l'atelier national de validation de l'étude.

1.4.2. Démarche et outils de mise en œuvre

Un Comité technique de suivi composé à l'époque des représentants du MAAHM, du MRAH, du MEEVCC, du PAM, de la FAO, du FIDA, du ProSo1, de l'Université Nazi Boni de Bobo, et de représentants de toute structure jugée indispensable, a été mis en place et chargé de l'analyse/amendement et de la validation des livrables de l'étude. En outre, afin de garantir l'atteinte des résultats attendus conformément aux termes de référence de la mission, une démarche méthodologique appropriée a été proposée. Elle se voulait très participative et pour cela, était articulée autour des étapes ci-après :

- préparation de la réunion de cadrage de l'étude ;
- revue documentaire et préparation des outils de collecte des données de terrain
- réunions du Comité technique de suivi ;
- collecte et exploitation des données auprès des structures et sur le terrain ;
- élaboration d'une base de données ;
- enquête de perception ;
- exploitation de la base de données ;
- élaboration du rapport de synthèse en vue d'une validation lors d'un atelier national.

DEUXIEME PARTIE : RESULTATS DE LA CAPITALISATION DES TECHNIQUES ET TECHNOLOGIES DE CES/DRS

2.1. Vue synoptique des techniques et technologies de CES/DRS répertoriées

2.1.1. Recensement des techniques et technologies existantes dans les différentes structures de recherche-développement et mises en œuvre par les organisations professionnelles agricoles

L'inventaire des techniques et technologies couramment utilisées au Burkina Faso a été réalisé à partir d'une revue des documents et fiches techniques élaborés par diverses structures :

- L'INERA à travers ses départements GRN/SP et Forêts dispose de fiches techniques élaborées par les chercheurs dans le cadre de la valorisation de leurs travaux.
- L'IDR de l'Université NAZI BONI à l'instar de l'INERA dispose aussi de diverses fiches résultant des travaux des étudiants sur des thèmes variés.
- Le CILSS, dans le cadre de la capitalisation de l'expérience acquise dans la mise en œuvre de son programme Initiative Environnement Mondial et Lutte Contre la Désertification (IREMLCD).
- La coopération allemande à travers la GIZ, sur la base de ses activités menées depuis les années 90 en soutien aux populations du Sahel.
- L'Union internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), en collaboration avec le Ministère en charge de l'Environnement a édité en 2011 un « Catalogue de bonnes pratiques d'adaptation aux risques climatiques au Burkina Faso ».
- Le Secrétariat Permanent des Organisations Non Gouvernementales (SPONG), avec l'appui de l'Union Européenne.
- Le Programme National de Partenariat pour la Gestion Durable des Terres (CPP) du SP/CONEEDD.
- Le Projet « Réhabilitation et protection des sols dégradés et renforcement des instances foncières locales dans les zones rurales du Burkina Faso » (ProSol).
- Le Projet Partage d'Expérience en Agro écologie et Mutualisation pour le Plaidoyer (PEAEP) conduit par le CNRST, AUTRE TERRE et UCL.

Les résultats du processus d'inventaire des différentes techniques et technologies montrent qu'il existe près d'une cinquantaine dont les finalités sont les mêmes et qu'on peut classer en trois (3) groupes : (i) les approches en matière de CES/DRS ; (ii) les technologies d'accompagnement en matière de CES/DRS ; (iii) les ouvrages et techniques de CES/DRS. Ils sont présentés au tableau 2 ci-dessous :

Tableau 2 : Techniques, technologies et ouvrages CES inventoriés

Listes des ouvrages et techniques	Technologies d'accompagnement	Approches
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bande enherbée 2. Bassin de collecte d'eau de ruissellement 3. Cordon de pierre 4. Demi-lune manuelle 5. Demi-lune mécanisée 6. Digue frontale 7. Digue filtrante 8. Diguette en terre 9. Fixation des dunes 10. Haie vive défensive 11. La régénération naturelle assistée(RNA) 12. Jachère améliorée 13. Micro-barrage/bouli 14. Mise en défens 15. Sous-solage 16. Tapis herbacé 17. Irrigation goutte à goutte 18. Traitement de ravines 19. Zaï manuel 20. Zaï semi-mécanisé à traction animale 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Le travail du sol : Scarifiage, grattage, labour à plat, billonnage et buttage 2. Les apports et production de matières organiques : <ol style="list-style-type: none"> b. Paillage ou mulching c. Les apports de compost d. Biochar e. Apport de fumier f. Compost liquide g. Composts aérobies h. « Compost plus » i. Composts anaérobies j. Compost Bokashi k. Fertilisant ECOSAN 3. Les apports d'engrais : <ol style="list-style-type: none"> a. Agriculture conventionnelle b. Microdose c. Apports de phosphates 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agroécologie 2. Aménagement des bas-fonds 3. Approche intégrée de récupération des terres dénudées 4. Bocage sahélien 5. Gestion intégrée de la fertilité des sols 6. Aménagements pastoraux 7. Agriculture de conservation

2.1.2. Classification des techniques et technologies de CES/DRS répertoriées

Une classification des techniques et technologies de CES/DRS par zones climatiques est donnée au tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 : Classification des techniques CES/DRS par zones climatiques

Zones climatiques	Techniques et pratiques de CES/DRS
Zone Sahélienne <600 mm	<p>Les approches : Approche Intégrée de Récupération des Terres Dénudées, Protection de points d'eau contre l'ensablement, Agroécologie, Aménagement des bas-fonds, Gestion Intégrée de la fertilité des sols (GIFS), Aménagement des espaces pastoraux.</p> <p>Les techniques d'accompagnement : Les apports de matière organique, le travail du sol (le scarifiage), les apports d'engrais (micro dose, apports de phosphate et apports conventionnels de NPK).</p> <p>Les techniques CES/DRS (sensu stricto) Bouli, Digue frontale, Traitement de ravines / Traitement de têtes de ravines, l'irrigation goutte à goutte, Haie vive, Fixation des dunes, Jachère améliorée, Diguette filtrante, Digue filtrante, Sous-solage, Régénération naturelle assistée (RNA), Mise en défens, Demi-lune mécanisée, Demi-lune manuelle, Cordons en terre ou diguettes en terre, Cordons pierreux, Bandes enherbées ou cordons herbacés</p>
Zone soudano-sahélienne 600-900 mm	<p>Les approches : Approche Intégrée de Récupération des Terres Dénudées, Protection de points d'eau contre l'ensablement, Agroécologie, Aménagement des bas-fonds, Gestion Intégrée de la fertilité des sols (GIFS), Aménagement des espaces pastoraux, Agriculture de conservation</p> <p>Les techniques d'accompagnement : Les apports de matière organique, le travail du sol , le labour à plat et cloisonné, le scarifiage), les apports d'engrais (micro dose, apports de phosphate et apports conventionnels de NPK).</p> <p>Les techniques CES/DRS (sensu stricto) : Bouli, Digue frontale, Traitement de ravines / Traitement de têtes de ravines, l'irrigation goutte à goutte, Tapis herbacé, Haie vive défensive, Zaï mécanisé, Zaï, Jachère améliorée, Diguette filtrante, Digue filtrante, Bassin de collecte d'eau de ruissellement (BCER), Sous-solage, Régénération naturelle assistée(RNA), Mise en défens, Demi-lune mécanisée, Demi-lune manuelle, Cordons en terre ou Diguettes en terre, Cordons pierreux, Bandes enherbées ou Cordons herbacés</p>

Zones climatiques	Techniques et pratiques de CES/DRS
Zone soudanienne >900 mm	<p>Les approches : Approche Intégrée de Récupération des Terres Dénudées, Protection de points d'eau contre l'ensablement, l'Agroécologie, Aménagement des bas-fonds, Gestion Intégrée de la fertilité des sols (GIFS), Aménagement des espaces pastoraux, Agriculture de conservation</p> <p>Les techniques d'accompagnement : Les apports de matière organique, le travail du sol , le labour à plat et cloisonné, le scariffrage , les apports d'engrais (micro dose, apports de phosphate et apports conventionnels de NPK).</p> <p>Les techniques CES/DRS (sensu stricto) : Digue frontale, Traitement de ravines / Traitement de têtes de ravines, Tapis herbacé, Haie vive défensive, Jachère améliorée, Diguette filtrante, Digue filtrante, Sous-solage, Régénération naturelle assistée (RNA), Mise en défens, Cordons en terre ou diguettes en terre, Cordons pierreux, Bandes enherbées ou Cordons herbacés</p>

2.2. Analyse des techniques et technologies de CES/DRS répertoriées

2.2.1. Analyse environnementale et socio-économique

Les aspects environnementaux et socio-économiques des techniques CES/DRS sont résumés au tableau 4 ci-dessous :

Tableau 4 : Effets agroécologiques et socioéconomiques des techniques CES/DRS

Techniques CES/DRS	Effets agroécologiques	Effets agro socioéconomiques
Technique du Zaï	<ul style="list-style-type: none"> - Permet de récupérer des terres encroûtées et freiner le ruissellement (lutte contre l'érosion). - Favorise l'infiltration de l'eau de pluie et la sédimentation des particules solides dans les cuvettes. 	Améliore l'efficacité agronomique des fertilisants ce qui permet d'accroître les rendements agricoles, contribuant ainsi à la sécurité alimentaire.
Haie vive	<ul style="list-style-type: none"> - Protection des sols contre l'érosion hydrique et éolienne, Améliore l'infiltration de l'eau et la recharge de la nappe phréatique. 	Améliore la productivité des périmètres maraîchers et des vergers

Techniques CES/DRS	Effets agroécologiques	Effets agro socioéconomiques
Bassin de collecte d'eau de ruissellement	<ul style="list-style-type: none"> - Améliore l'environnement - Collecte des eaux de ruissellement 	<ul style="list-style-type: none"> - Sécurise la production en année déficitaire en pluies ; - Lutte contre la pauvreté - Possibilité de développer des activités génératrices de revenus - Diversification du régime alimentaire et nutritionnel des enfants et des femmes.
Pratique de la régénération naturelle assistée (RNA)	<ul style="list-style-type: none"> - Augmente la production de matières organiques qui améliorent la fertilité des sols. - Augmente également le taux de couverture du sol, le protégeant ainsi contre l'érosion éolienne et hydrique. - Stimule l'activité microbienne et la faune du sol. - Permet d'abaisser la température du sol. - Permet une meilleure conservation de l'humidité du sol. 	<ul style="list-style-type: none"> - Amélioration de la production agricole. - Offre de services tels que le bois de feu et de service ainsi que divers PFNL.
Bandes enherbées	<ul style="list-style-type: none"> - Permet de lutter contre le ruissellement et l'érosion - Lutte contre les pollutions diffuses - Crée un espace propice pour la faune et la flore. - Remplace les cordons pierreux là où les pierres ne sont pas disponibles. 	Constitue du fourrage pour les animaux et de la paille à usage domestique
Tapis herbacés	<ul style="list-style-type: none"> - Limitation de l'érosion et de l'infiltration de l'eau. - Installation de la végétation et reconstitution des propriétés physico-chimiques des sols. - Création d'une couverture herbacée sur le sol 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilité de fourrage pour les animaux - Amélioration des rendements des cultures

Techniques CES/DRS	Effets agroécologiques	Effets agro socioéconomiques
Diguette en terre	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôle le ruissellement et annule la course de l'eau. - Favorise la sédimentation et l'infiltration. - Uniformise la répartition de l'eau dans la parcelle. - Conserve l'eau. 	Augmente les rendements si elle est associée à un apport de fertilisants, du zaï et/ou des demi-lunes
Sous-solage	<ul style="list-style-type: none"> - Récupère les terres encroûtées, Réduit l'érosion hydrique et éolienne - Augmente l'infiltration et le stock d'eau du sol - Capte les eaux de pluies et les éléments minéraux dissous - Réduit l'évaporation des eaux - Améliore le niveau de la fertilité du sol et du front d'humectation - Améliore la couverture végétale du sol. 	Augmente les rendements des cultures
Mise en défens	<ul style="list-style-type: none"> - Reconstitue la végétation ligneuse et herbacée - Reconstitue rapidement la fertilité des sols - Lutte contre l'érosion éolienne et hydrique 	Permet à terme la production de produits forestiers ligneux et non-ligneux
Cordons pierreux	<ul style="list-style-type: none"> - Réduit le ruissellement et l'érosion hydrique - Favorise l'infiltration de l'eau dans le sol et une sédimentation en amont des matériaux flottants transportés (les pailles, les fèces, différents graines et grains, et diverses matières organiques) 	Gain de production de 109% en année sèche, 20 à 70% en année normale

Techniques CES/DRS	Effets agroécologiques	Effets agro socioéconomiques
Diguettes filtrantes	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôle le ruissellement - Ralentit la course de l'eau - Favorise la sédimentation et l'infiltration. - Uniformise la répartition de l'eau dans la parcelle. - Conserve l'eau 	Améliore les rendements des cultures de 60 à 170%
Digues frontales	<ul style="list-style-type: none"> - Ralentissement de la vitesse de l'eau en pied de colline - Arrêt du ravinement en aval vers la vallée - Atténuation de la dégradation des terres en aval 	Augmentation des rendements des cultures
Irrigation goutte à goutte	<ul style="list-style-type: none"> - Limitation des pertes d'eau par évaporation et par percolation. - Fertilisation directe par l'eau d'irrigation (fertigation) et donc Utilisation efficiente des fertilisants. - Amélioration de la productivité de l'eau. 	Adaptation à tout type de relief Economie de main d'œuvre Fort taux d'accroissement des rendements des cultures
Demi-lune manuelle Demi-lune mécanisée	<ul style="list-style-type: none"> - Récupération des terres dégradées - Réduction de l'érosion des sols - Captage des eaux de pluies, des matières végétales et des particules dissoutes. - Amélioration de l'infiltration de l'eau dans le sol. - Restauration de la diversité biologique des agro écosystèmes 	Contribue à l'accroissement des rendements agricoles et à la régénération de la végétation herbacée et ligneuse

Techniques CES/DRS	Effets agroécologiques	Effets agro socioéconomiques
Jachère améliorée	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôle l'érosion éolienne et hydrique - Ralentit le ruissellement et la vitesse du vent. - Favorise l'infiltration des eaux par les chéneaux racinaires. - Augmente l'activité microbienne et la macrofaune du sol - Augmente le taux de matière organique du sol. - Accélère les processus de la remontée biologiques. 	Améliore de 25% à 80% le niveau de rendement des céréales, tubercules ou autres spéculations
Zaï mécanique en traction animale	<ul style="list-style-type: none"> - Permet l'ameublissement du sol et l'augmentation de sa porosité permettant une meilleure infiltration de l'eau et améliorant le stock en eau 	Améliore l'efficacité agronomique des fertilisants, ce qui permet d'accroître les rendements agricoles, contribuant ainsi à la sécurité alimentaire.
Le traitement des ravines	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôle le ravinement : ralentir la course de l'eau, - Fait remonter les nappes phréatiques de plusieurs mètres et améliore les conditions écologiques des zones voisines - Effets positifs sur la biodiversité. 	Entraîne un rétablissement du couvert végétal dans la zone
Pratique de la fixation des dunes	<ul style="list-style-type: none"> - Stabilise et régénère les espaces dunaires dégradés. - Protège les cours d'eau et les mares naturelles contre l'ensablement - Protège les villages menacés d'ensablement 	Protège les terres de cultures et les parcours et accroît la production fourragère et vivrière par l'augmentation des superficies d'exploitation et leur productivité.

Techniques CES/DRS	Effets agroécologiques	Effets agro socioéconomiques
Pratique de la protection des berges (Points d'eau)	<ul style="list-style-type: none"> - Protège les aménagements de bas-fonds et les terres agricoles en amont et en aval - Réduit l'érosion due au ruissellement de l'eau - Favorise la sédimentation et l'infiltration - Atténue les effets de l'érosion éolienne - Améliore le couvert végétal, la production fourragère et la biodiversité végétale et animale - Réduit / ralentit l'envasement des points d'eau. 	<ul style="list-style-type: none"> - Amélioration du couvert végétal et de la production fourragère. Augmentation de la production halieutique. - Amélioration de la production agricole
Bouli	<ul style="list-style-type: none"> - Permet un stockage et une conservation des eaux de pluie pendant une bonne partie de l'année - Contribue au rechargement de la nappe phréatique 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilité de l'eau pour de multiples usages (boisson, abreuvement, arrosage de plants de reboisement, production halieutique etc.). - Développement des activités agro-sylvo-pastorales et diversification des revenus.

2.2.2. Analyse selon le genre

Un recensement des acteurs des techniques CES/DRS dans toutes les provinces (DGAHDI, 2020) montre que sur la période 2015 à 2019, les cordons pierreux sont la technique la plus répandue et que la tranche d'âge des vieux (plus de 64 ans) est la tranche qui enregistre généralement les taux d'utilisation les plus importants. La technique des demi-lunes est la moins répandue.

En 2015, 15,3% des hommes avait adopté les cordons pierreux contre 6,9% des femmes. En 2019, ces taux étaient respectivement de 15,1% et 6,5%. Au cours de la même année, 3% des hommes ont utilisé le zai, contre 2% des femmes. Pour les haies vives, 4,5% des hommes contre 2,2% des femmes en ont utilisé au cours de l'année 2019. Sur l'ensemble de la période, on peut retenir qu'en dehors des diguettes en terre, les hommes utilisent plus les techniques CES/DRS que les femmes.

2.2.3. Analyse selon le potentiel pour l'agroécologie

L'agroécologie apparaît de plus en plus comme une approche pouvant renforcer la résilience des agroécosystèmes, notamment en : (i) soutenant les principes écologiques, en particulier liés à la biodiversité, et à la santé des sols ; et (ii) en consolidant les aspects sociaux, en particulier ceux liés au partage des connaissances ainsi qu'à la valorisation des traditions. Il est bien établi que les pratiques agroécologiques ont la capacité d'accroître la production agricole et de maximiser la résilience des agroécosystèmes, tout en préservant les ressources naturelles du milieu et en atténuant les effets du changement climatique (SCHAFFER B. et SEDOGO M. (2021). C'est pourquoi le Burkina Faso s'est engagé à promouvoir les pratiques agro écologiques sur au moins 30% des emblavures à l'horizon 2040. Divers travaux menés par des acteurs intervenant dans l'agroécologie ont permis de recenser une multitude de pratiques agroécologiques au Burkina Faso. Ces pratiques vont des techniques de conservation des eaux et des sols, de la fertilisation biologique et aux techniques de traitement phytosanitaire naturels. La plupart de ces pratiques sont les mêmes que celles inventoriées dans le cadre de cette étude. Une étude réalisée par KAMBIRE et *al.* (2013) et citées par CNRST, AUTRE TERRE et UCL(2018) montre le potentiel agro écologique de ces technologies, notamment leur zone d'utilisation et le niveau de leur adoption (cf. tableau 5).

Tableau 5 : Potentiels agro écologiques et socioéconomiques des techniques CES/DRS

Technologies agro écologiques	Zones d'application	Niveau d'adoption
Production de matière organique : Fosses fumières, compostage	Ces pratiques sont répandues sur toute l'étendue du territoire national	Les fosses fumières et le compostage ont fait l'objet d'un vaste programme porté par le ministère en charge de l'agriculture.
Technique Zaï	Cette technique est surtout pratiquée dans les zones Nord, Centre et le Sahel	Cette technique a fait l'objet de nombreuses innovations de la part des producteurs eux-mêmes organisés actuellement en groupements de paysans innovateurs. Bien ancrée dans les régions du Nord, Centre et Sahel
Succession et rotation culturales	La pratique de la rotation des cultures est connue des producteurs des régions cotonnières du pays	La rotation céréale/légumineuse a un niveau d'adoption assez faible
Haie vive	Les haies vives sont applicables sur toute l'étendue du territoire burkinabè	Le niveau d'adoption est très faible au niveau national
Bassin de collecte de ruissellement	C'est une pratique utilisée dans le Nord et le Sahel burkinabè	Son adoption demeure faible compte tenu du coût de réalisation élevé de cette pratique

Technologies agro écologiques	Zones d'application	Niveau d'adoption
Régénération Naturelle Assistée	Elle est applicable dans toutes les régions du Burkina Faso	Le niveau d'adoption de cette pratique reste faible
Bandes enherbées	Les bandes enherbées se pratiquent dans toutes les régions du Burkina Faso	La bande enherbée est très répandue dans les zones nord soudanaises et sud sahéliennes du Burkina Faso
Diguettes en terre	La technologie est adaptée en zones sahélienne et nord-soudanienne. Mais, elle peut être utilisée partout dans le pays	Cette pratique connaît un niveau d'adoption limité, du fait des fréquents entretiens
Sous-solage	Le décompactage du sol est beaucoup utilisé dans les parties centrales et septentrionales du pays pour la récupération des terres dégradées	La technologie a un niveau d'application très limité
Plante de couverture Agriculture de conservation	Les zones d'utilisation de la technologie sont l'Est, le Centre et l'Ouest	Le niveau d'adoption est faible.
Le biochar	Expérimenté dans les régions du Centre et des Hauts-Bassins	Cette technologie est très faiblement adoptée
Cordons pierreux	Zones climatiques nord-soudanien et sahélien	Technologie bien ancrée dans les régions du Plateau Central, du Centre Nord et du Nord
Association des cultures	L'association des cultures est pratiquée dans toutes les zones agro écologiques du pays.	Elles sont largement appliquées au Burkina Faso.
Diguettes filtrantes	Technologie appliquée dans les régions du Centre et du Sahel, mais peut s'utiliser dans toutes les zones agro climatiques du pays	Niveau d'adoption faible, du fait de son coût de réalisation élevé, mais bien ancrée dans les régions du Plateau Central et du Nord du pays
Demi-lune	Les demi-lunes sont utilisées par certains producteurs du Plateau central et des zones septentrionales du pays	Le taux d'adoption n'est pas très connu ; néanmoins son niveau d'adoption est moindre par rapport à celui du zaï
Jachère	Elle peut se faire dans toutes les zones agro écologiques du Burkina Faso	Le niveau d'adoption de cette technique est faible, compte tenu de la pression foncière

Source : KAMBIRE et al. ,2013 cités par CNRST, AUTRE TERRE et UCL, 2018

2.3. Enseignements tirés des données collectées sur le terrain

Dans le cadre de l'élaboration de la Stratégie nationale de restauration, conservation et récupération des sols (SNRCRS) et de son Plan d'actions réalisés par la DGAHDI entre 2017 et 2018, il avait établi la situation de référence des terres dégradées et de la CES au Burkina Faso. Lors de l'atelier national de validation des documents, il avait été relevé la non exhaustivité des données, notamment celles relatives à la cartographie des actions de CES/DRS et des acteurs de CES/DRS. Ce travail a été effectué en 2020 par la DGAHDI qui a collecté des informations complémentaires sur le terrain, puis analysé de façon approfondie.

L'opération a permis de recenser au total 1188 acteurs de tous types. Les régions du Centre-Nord, du Plateau Central et l'Est sont les régions qui renferment plus d'acteurs avec respectivement 23,1%, 11,9% et 11% des acteurs du pays. Sur le plan national, 35,6% des acteurs sont des projets ou programmes et 20,3% sont des associations. Il ressort aussi que 28,4% des structures y intervenant sont informelles contre 71,6% de formelles. Les Cordons pierreux, la fumure organique et le Zai sont les techniques CES/DRS les plus vulgarisées.

TROISIEME PARTIE : NORMES DE CONCEPTION ET DE REALISATION DES OUVRAGES DE CES/DRS

3.1. Normes de conception

3.1.1. Les dégradations courantes observées sur les ouvrages de CES/DRS et les structures biologiques

Les techniques et technologies de CES/DRS sont nombreuses au Burkina Faso et la plupart d'entre elles ont fait leurs preuves à travers leurs impacts techniques, environnementaux et socio-économiques. C'est donc dire qu'elles représentent des outils efficaces pour impulser le développement du secteur agro-sylvo-pastoral, halieutique et faunique. Cependant, pour que ces techniques et technologies puissent produire des effets à la hauteur des potentiels qu'elles renferment, il importe que leurs normes soient formalisées. En outre, la formalisation des normes permet de résoudre plusieurs problèmes liés aux techniques et technologies de CES/DRS : une conception adaptée, une réalisation précise et facile sur le terrain, un bon suivi-contrôle de la réalisation, une bonne gestion et un bon entretien des ouvrages de CES/DRS.

Le volume II de cette étude est entièrement consacré aux normes des techniques et technologies de CES/DRS. Il contient de façon détaillée les normes de conception, les normes de réalisation, le suivi-contrôle et les normes de gestion et d'entretien. En outre, il est accompagné de dessins précis (plans et 3 D).

La conception de l'ouvrage passe par l'observation scrupuleuse d'un certain nombre de règles dont les principales sont ci-dessous évoquées.

Les ouvrages CES-DRS sont des structures mécaniques ou biologiques qui ont pour objectifs de protéger les éléments principaux de l'environnement des dégradations qu'ils subissent ou pourraient subir face aux différents facteurs climatiques. Les principaux éléments subissant les dégradations sont en premier lieu les sols, et en second lieu la flore puis, par voie de conséquence la faune et les populations. Ces dégradations se manifestent directement sur l'environnement par :

- L'érosion des sols par les eaux de pluie ;
- l'érosion des sols par le vent ;
- la dégradation du couvert végétal ;
- le compactage et le durcissement des sols causés par les fortes pluies ;
- l'écoulement rapide des eaux causé par les fortes pluies et la dégradation du couvert végétal.

Ces dégradations sont traitées par différentes structures mécaniques ou biologiques qui ont été conçues et mises en œuvre sur le terrain.

Pour une bonne conception d'un projet CES-DRS, il est utile, sinon indispensable que le concepteur ait une bonne connaissance et une bonne expérience des principaux ouvrages physiques et structures biologiques utilisés en CES-DRS, ainsi que des dégradations courantes observées, comme cela est indiqué au tableau 6 ci-dessous :

Tableau 6 : Les dégradations en fonction des ouvrages et structures biologiques

N°	Dégradations	Ouvrages et structures biologiques
1	Erosion des sols (eaux de pluie et vent).	Enherbement, Palissade, RNA, Haie vive, Cordons pierreux, Digue filtrante, Traitement de ravines, RNA, Haie vive.
2	Dégradation du couvert végétal (pâturage et surpâturage)	Enherbement, RNA, Haie vive
3	Compactage et durcissement des sols	Paillage, Sous-solage, Zaï, Demi-lune.
4	Ecoulement rapide des eaux	Enherbement, Cordons pierreux, Digue filtrante, Digue filtrante.

Sur chaque site, en fonction de l'identification de l'origine des dégradations et l'établissement de la chronologie des dégradations, un diagnostic est élaboré et soumis à l'avis de la population qui connaît mieux que quiconque l'évolution du terroir. Le diagnostic sera assorti de propositions de solutions de mise en œuvre d'ouvrages appropriés. Les solutions proposées feront l'objet d'une évaluation financière pour permettre la mobilisation des ressources nécessaires à la réalisation des travaux.

3.1.2. Etat des lieux et choix du type d'ouvrage

La conception du type d'ouvrage commence par une étude du milieu. Une visite de terrain permettra de prendre connaissance du site pour envisager l'élaboration d'un dossier de qualité permettant de résoudre les problèmes du site. Cet état des lieux devra donner un aperçu du cadre socio-économique du site par la description :

- de la localisation du site (région, province, commune, voies d'accès, distances) ;
- des noms des villages et/ou quartiers concernés ;
- des populations bénéficiaires (nombre, hommes, femmes, jeunes etc...) ;
- des activités menées par la population ;
- de la nature des spéculations ;
- des organisations socio-professionnelles présentes ;
- des infrastructures ;
- des projets réalisés par l'Etat ou les tiers.

Le réseau hydrographique sera spécifiquement décrit. Une identification de l'état des sols permettra de mettre en relief la relation éventuelle entre l'évolution de l'état des sols et les zones de drainage ou le sens des vents dominants.

Une rencontre avec la population permettra de répertorier les zones de dégradation, de les visiter et de les classifier en vue de faire des propositions de solutions adaptées.

Après la visite du site, prenant en compte les dégradations constatées et les résultats des échanges avec la population, des propositions de solutions et d'ouvrages sont suggérées au maître d'ouvrage pour avis et amendement avant la phase de collecte des données.

3.1.3. Données de base

En fonction du type d'aménagement, le maître d'œuvre devra s'atteler à collecter des données et à traiter celles qui doivent l'être dans le respect des règles de l'art. Ces données sont d'ordre socio-économique, environnemental, pluviométrique, pédologique, géotechnique, géographique, topographique et hydrologique.

Toute activité de développement requiert une connaissance du milieu pour être un ferment des activités du groupe social sans créer une rupture ou un conflit avec les dynamiques et les contraintes sociales. Les données énumérées dans la phase reconnaissance du site sont alors approfondies par des rencontres et questionnaires adaptés à cet effet. Elle permettra d'identifier les facteurs favorables au projet et ceux qui pourraient en constituer des contraintes.

3.1.4. La conception des ouvrages

Les données topographiques et hydrologiques seront traitées selon les règles de l'art pour donner au concepteur une base fiable de dimensionnement, de vérification de fonctionnement et d'évaluation des ouvrages. La conception des ouvrages prendra en compte les spécificités du site et de l'ouvrage lui-même pour permettre d'élaborer les composantes de la structure en vue d'une bonne maîtrise des eaux et la dissipation de l'énergie hydraulique. L'ensemble des dispositifs et calculs de stabilité seront pris en compte : filtres, ressauts, stabilités de talus etc... Les plans des ouvrages comprendront les vues en plan, les profils et les coupes.

3.1.5. Devis descriptif de l'ouvrage

A l'issue du dimensionnement, un devis descriptif du projet sera élaboré pour tous les types d'ouvrages. Il comprendra :

- une introduction ;
- le contexte et la justification du projet :

Ce paragraphe permettra d'exposer la situation contextuelle du projet et de l'inscrire dans un cadre juridique et institutionnel du ministère en charge de l'agriculture.

- La localisation et l'accès au site

Elle décrira le nom du site, les juridictions administratives communales, provinciales et régionales. L'accessibilité au site sera décrite depuis le chef-lieu de la région et la distance pour y arriver.

➤ Les données de base

Les données de base requises sont les suivantes :

- Les données socio-économiques.
- Les données sur l'environnement local.
- Les données pluviométriques et d'évapotranspiration du site.
- Les données pédologiques/géotechniques du site.
- Les données physiques et topographiques du site.
- Les données hydrologiques du site.

➤ La description des différents ouvrages

Le projet pourrait comporter plusieurs types d'ouvrages. Ils seront décrits chacun selon ses spécificités : fonction, dimensionnement et dimensions, caractéristiques et nature des matériaux et matériels utilisés, les dispositions et précautions constructives etc....

➤ Le devis estimatif

Les quantités des différents corps de travaux seront évaluées, chiffrées et cumulées pour donner le coût du projet.

➤ Un aperçu économique s'il y a lieu.

3.1.6. Devis estimatif de l'ouvrage

Une fois la description des ouvrages établie, utilisant les profils en long et les plans des ouvrages spécifiques, un métré des différents types de travaux sera établi. Il dressera les quantités unitaires de chaque corps de travail élémentaire : c'est le devis quantitatif.

Outre ces corps de travaux, les coûts d'installation, d'aménée et de repli du matériel de chantier seront évalués en fonction de la distance et du matériel.

Une fois les quantités des travaux établies, l'on affecte à chaque entité de corps de travail un prix unitaire moyen des prix des entreprises pour calculer les coûts dont la somme constitue le devis estimatif.

3.1.7. Livrables

Au terme de l'étude, les livrables seront les suivants :

- 1- Note de calcul
- 2- Devis descriptif
- 3- Devis estimatif
- 4- Plans
- 5- Dossier de consultation des entreprises

3.2. Normes de réalisation

La définition de normes pour la réalisation des travaux d'ouvrages de CES-DRS est d'une très grande importance, vu la multiplicité des intervenants du secteur surtout que certains de ces ouvrages sont issus de la tradition et l'expérience de terrain.

La réalisation des travaux des ouvrages CES-DRS passe les étapes suivantes :

- la mobilisation du personnel,
- la mobilisation du matériel et des matériaux,
- l'implantation des ouvrages,
- l'exécution des différents ouvrages,
- la réception des travaux.

Pour la mobilisation du personnel, du matériel et des matériaux, l'entreprise en charge des travaux doit d'abord visiter le site et recueillir les informations sur les caractéristiques du site, des carrières et des gites en vue d'élaborer un planning et un devis matière. Ces deux documents lui serviront de base également pour rechercher le personnel qui aura en charge la conduite les travaux et même la définition de la liste du matériel. Il est aussi important de tenir compte de la mobilisation des paysans dont la contribution est parfois déterminante dans la réalisation de certains ouvrages de CES/DRS.

A partir des plans, des descriptifs des ouvrages, la structure en charge de la réalisation des travaux prendra contact avec les responsables du site pour organiser la réalisation des travaux. Elle visitera in extenso les lieux devant recevoir les travaux, s'entretiendra avec les bénéficiaires pour s'enquérir de leurs attentes qu'il prendra bien soin de noter. Ensuite, il visitera les carrières et gites des différents matériaux de construction pour en noter les contraintes et distances. Il en fera des prélèvements pour présenter au contrôle ou au maître d'ouvrage pour approbation. Pour les matériaux de nature biologique, il devra avoir confirmation que le prélèvement ne constitue pas une compétition avec le pâturage des animaux.

Une fois de retour au bureau, les techniciens devront élaborer un devis matière qui établit les quantités des matériaux, des différents matériels, des engins et véhicules nécessaires, en rapport avec le délai d'exécution et le personnel de terrain. Les quantités figurant au devis feront l'objet d'une vérification et d'éventuelles corrections : les différentes pièces du dossier seront utilisées à cet effet (plans, descriptif, cahier des clauses techniques s'il en existe, note de calcul, etc.). Ces quantités seront confrontées au disponible sur les carrières visitées pour toutes dispositions utiles (recherche d'autres carrières, propositions de modifications

soumises à approbation, etc...). Elles serviront de base pour évaluer les besoins en main d'œuvre spécialisé ou non pour la collecte et la mise en œuvre.

Dès l'installation du chantier, le personnel habilité sera commis à l'implantation des ouvrages en conformité avec les plans. La présence du topographe est requise en permanence pour la réalisation des ouvrages nécessitant des travaux topographiques spécifiques.

Les approvisionnements du chantier commencent dès lors que le planning a été soumis et adopté et la qualité des matériaux approuvée. Pour les approvisionnements, il est utile que connaissant l'emplacement des ouvrages, le dépôt des matériaux soit fait sur le site des travaux en fonction des volumes à mettre en place. Au fur et à mesure des approvisionnements, les travaux d'exécution peuvent commencer une fois la réception des implantations prononcée. L'exécution des travaux commence par le déblayage de l'emprise des ouvrages conformément aux plans et aux exigences de qualité décrites dans le dossier.

A la fin des travaux, l'entreprise demande la réception par lettre au maître d'ouvrage avec ampliation au contrôle. Avant la date convenue, le contrôle et l'entreprise organisent une visite dite de pré-réception au cours de laquelle, les malfaçons sont identifiées avec obligation à l'entreprise d'y remédier avant la réception. Un procès-verbal est dressé pour toutes fins utiles.

Pour les sites à petite échelle, l'exécution sera faite par les bénéficiaires sous l'encadrement d'agents de maîtrise avec des outils d'implantation traditionnels (équerres, niveau à eau ...), du matériel léger (pioches, marteaux, pelles, brouettes, charrettes...). Les quantités seront préalablement évaluées à l'hectare pour en permettre la planification.

3.3. Suivi-contrôle

Comme tous les travaux, la bonne réalisation des ouvrages suppose un suivi-contrôle qui oblige au respect des clauses contractuelles et décèle en temps réel les malfaçons qui pourraient être cachées par les parties visibles de l'ouvrage. Le recrutement du cabinet de suivi-contrôle (consultant) se fait pratiquement au même moment que le recrutement de l'entreprise.

Le suivi-contrôle des travaux d'ouvrages CES-DRS a pour objectif global la réalisation d'ouvrages fonctionnels et durables. Spécifiquement, il a pour objectifs spécifiques:

- la validation du dossier technique de base ;
- le contrôle de la qualité et de la conformité des travaux ;
- le suivi rapproché de la réalisation des travaux.

Les résultats attendus du suivi-contrôle sont les suivants:

1. Les dossiers d'exécution sont de qualité et aucun élément essentiel à la bonne réalisation du projet n'a été oublié.

2. Les normes techniques sont respectées et les ouvrages sont réalisés dans les règles de l'art.
3. Les essais géotechniques des ouvrages sont effectués.
4. Les quantités des travaux exécutés sont conformes.
5. Après la réception provisoire, des missions de surveillance sont effectuées pour déceler d'éventuelles dégradations.

Le consultant assurera le suivi-contrôle, la supervision et la surveillance des travaux conformément aux termes du Dossier d'Appel d'Offres. L'objectif recherché est de s'assurer que les travaux sont réalisés conformément aux cahiers des charges, selon les montants et les délais prévus à cet effet. Le consultant sera responsable vis à vis du maître d'ouvrage de la totalité des tâches de contrôle et de surveillance exécutées par ses agents.

De façon générale, le consultant mobilisera les moyens en personnel et en matériel définis par les clauses particulières des TdR :

- Il assurera un soutien technique et administratif à son personnel en mission (Documentation, personnel du siège en appui, matériel technique, logistique, etc.) ;
- Il assurera la vérification de tous les documents contractuels et la correction des erreurs ;
- Il fournira toutes les indications concernant les bornes et points de référence planimétriques et altimétriques à l'entrepreneur ;
- Il veillera à la qualité des différents travaux et acquisitions dans le cadre de la réalisation des travaux ;
- Il couvrira son personnel contre tous les risques de maladie et accidents de toute nature ;
- Il se tiendra, pendant toute la durée des travaux à l'écart de toute affaire d'ordre politique ou religieux concernant la zone du projet ;
- Il gardera pendant toute la durée des travaux et après son achèvement le secret le plus strict vis-à-vis des tiers sur les informations recueillies à l'occasion de l'exécution des travaux et ;
- Il gardera une indépendance d'action vis-à-vis de l'attributaire des travaux et s'abstiendra de toutes relations avec eux qui seraient de nature à compromettre son objectivité.

Selon la nature de l'ouvrage ou la spécificité des travaux le profil du personnel de suivi-contrôle sera le suivant:

Tableau 7 : Profil du personnel de suivi-contrôle

N°	Désignation	Chef de Mission	Personnel d'appui
1	Cordons herbacés,	Ingénieur agronome de 5 ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Technicien supérieur Agronome, Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en agronomie)

2	Cordons pierreux,	Ingénieur agronome de 5ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Technicien supérieur Agronome, GR ou GC Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en agronomie)
3	Cordons en terre,	Ingénieur agronome de 5ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Technicien supérieur Agronome, GR ou GC Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en agronomie)
4	Demi-lune	Ingénieur agronome de 5ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Technicien supérieur agronome Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en GC)
N°	Désignation	Chef de Mission	Personnel d'appui
5	Mise en défens	Ingénieur agronome de 5ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Technicien supérieur agronome Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en GC)
6	RNA	Ingénieur agronome de 5ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Technicien supérieur agronome Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en GC)
7	Sous-solage	Ingénieur agronome de 5ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Technicien supérieur agronome Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en GC)
8	BCER	Ingénieur GR ou GC de 5ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Technicien supérieur GR ou GC Topographe (BAC-BEP) Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en GC)
9	Digue filtrante	Ingénieur GR ou GC de 5ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Technicien supérieur GR ou GC Topographe (BAC-BEP) Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en GC)
10	Diguettes filtrantes	Ingénieur agronome de 5ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Technicien supérieur agronome Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en GC)
11	Jachère améliorée	Ingénieur agronome de 5ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Technicien supérieur agronome Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en GC)
12	Fixation de Dunes	Ingénieur agronome de 5ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Technicien supérieur agronome Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en GC)
13	Zaï	Ingénieur agronome	Technicien supérieur agronome

		de 5ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en GC)
14	Haie vive	Ingénieur agronome de 5ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Technicien supérieur agronome Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en GC)
15	Tapis herbacé	Ingénieur agronome de 5ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Technicien supérieur agronome Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en GC)
N°	Désignation	Chef de Mission	Personnel d'appui
16	Goutte à goutte	Ingénieur GR de 5ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Technicien GR ou GC Topographe (BAC-BEP) Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en GC)
17	Traitements de ravines,	Ingénieur GR ou GC de 5ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Technicien supérieur GR ou GC Topographe (BAC-BEP) Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en GC)
18	Boulis	Ingénieur GR ou GC de 5ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Technicien supérieur GR ou GC Topographe (BAC-BEP) Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en GC)
19	Digues frontales,	Ingénieur GR ou GC de 5ans d'expérience professionnelle et 3ans d'expérience spécifique	Technicien supérieur GR ou GC Topographe Contrôleur (CAP, BEP ou Agent de maîtrise en GC)

3.4. Normes de gestion et d'entretien

Tout ouvrage réalisé fonctionne et ce fonctionnement induit des dégradations. Il faut par conséquent que les bénéficiaires s'organisent pour la gestion et l'entretien de cet ouvrage.

A l'instar de l'organisation des bénéficiaires de l'ouvrage, un comité spécialisé de gestion devra être mis en place pour suivre la vie de l'ouvrage avec pour objectif général le bon fonctionnement et la durabilité de l'ouvrage. Ce comité organisera les bénéficiaires par groupes pour l'inspection des ouvrages, les constats de dégradations et la réfection de ces dégradations. Il pourra identifier les causes récurrentes pour soumettre des solutions et dispositions préventives. Pour qu'il puisse jouer efficacement son rôle, il doit bénéficier d'un renforcement de capacités assuré par la DGADI ou toute organisation compétente habilitée. Ce renforcement de capacités doit être en lien direct avec les travaux d'entretien courants : maçonnerie, déblais, remblais, plantation d'arbres, etc.

La gestion et l'entretien des ouvrages sont des facteurs indispensables à l'atteinte des objectifs de l'ouvrage. Pour chaque type d'ouvrage, la démarche et les conditions peuvent différer (Cf. tableau 8 ci-dessous) :

Tableau 8 : Normes de gestion et d'entretien des ouvrages de CES/DRS

N°	Désignation de l'ouvrage	Normes de gestion et d'entretien
<i>Ouvrages biologiques</i>		
1	Le cordon herbacé	<ul style="list-style-type: none"> - Remplacer les souches d'herbe mortes ; - Combler les trous pour que la bande enherbée reste efficace contre l'écoulement de l'eau de pluie ; - Effectuer des feux précoce pour permettre la régénération des souches.
2	La mise en défens	<ul style="list-style-type: none"> - Surveiller régulièrement le site pendant la période de la mise en défens ; - Assurer une valorisation des PFL et PNFL (pharmacopée, bois mort, fruits...) ; - Poser des panneaux pour bien signaler la zone ; - Mettre en place une structure de gestion communautaire ;
3	La RNA	<ul style="list-style-type: none"> - Assurer la protection (clôture, grillage) de la parcelle en RNA ; - Repérer, protéger et entretenir les jeunes pousses (semis, rejets de souches, drageons, marcottes etc.) qui apparaissent spontanément sur une parcelle donnée ; - Entretenir ces jeunes sujets d'arbres et d'arbustes le long des diguettes en pierre ou en terre, dans les poquets de zaï et des demi-lunes, etc.
4	La Jachère améliorée	L'entretien consistera surtout à protéger la parcelle contre la divagation des animaux.
5	La Haie vive	<ul style="list-style-type: none"> - Remplacer les arbres morts de la haie ; - Faire des pare feu ; - Effectuer des remplacements des plants morts à temps.
6	Le Tapis herbacé	La mise en jachère se fait pendant au moins trois années : il faut veiller à éloigner les animaux pendant cette période

N°	Désignation de l'ouvrage	Normes de gestion et d'entretien
<i>Les ouvrages mécaniques</i>		
7	Le cordon pierreux	<ul style="list-style-type: none"> - Réparer chaque année les cordons pierreux en remettant les pierres qui ont été déplacées par les animaux à leur place et combler les brèches formées par le passage de l'eau avec des pierres ; - Bien ancrer les pierres dans le sol, reconstruire entièrement le cordon tous les 10 ans et dans la mesure du possible, associer les cordons pierreux avec de l'Andropogon gayanus.
8	Le cordon en terre	<ul style="list-style-type: none"> - Reconstituer la couche latéritique ; - Combler les griffes d'érosion ; - Remplacer ou remettre en place les moellons des épis et des exutoires ; - Végétaliser
9	La Demi-lune manuelle et la demi-lune mécanisée	<ul style="list-style-type: none"> - Refaire annuellement les bourrelets en terre des demi-lunes agricoles ; - Entretenir annuellement les bourrelets des demi-lunes sylvo-pastorales en augmentant la hauteur en cas de débordement ; - Apporter périodiquement de la fumure organique.
10	Le sous-solage	<ul style="list-style-type: none"> - apporter de la fumure organique ; - ensemencer le lombric (ver de terre) ; - entreprendre toute action qui permet de générer la matière organique du sol
11	Le BCER	<ul style="list-style-type: none"> - Prendre des mesures de précaution pour éviter le risque d'ensablement ; - Evacuer les dépôts sableux à l'entrée des eaux ; - Contrôler et rétablir l'étanchéité.
12	La digue filtrante et la diguette filtrante	<ul style="list-style-type: none"> - Avant la saison pluvieuse, il faut remettre en place les pierres éventuellement déplacées par les animaux ; - Pendant la saison des pluies, des brèches peuvent se former et celles-ci doivent être immédiatement réparées. Il en est de même sur les côtés des digues où l'eau peut éroder les berges ; - La stabilité des digues peut encore être renforcée par une végétalisation active (semis d'herbacées ou plantation d'arbres) ; - Remplacer ou remettre les moellons déplacés.

N°	Désignation de l'ouvrage	Normes de gestion et d'entretien
13	La fixation de dunes	<ul style="list-style-type: none"> - Protéger les dispositifs contre la divagation des animaux jusqu'à ce qu'elles soient résistantes au broutage ; - Remplacer les plants manquants, éventuellement tailler les arbres ; - Entretenir le sol : apport de matière organique (fumier, compost, pailles,).
14	Le Zaï manuel et le Zaï mécanisé	<ul style="list-style-type: none"> - Remettre en état le poquet ; - Remettre en état le cordon de terre en aval ; - Apporter périodiquement de la fumure organique.
15	Le système d'irrigation goutte à goutte	<ul style="list-style-type: none"> - Surveiller quotidiennement le fonctionnement des goutteurs ; - Nettoyer périodiquement le système avec des produits chimiques tels que le chlore ou l'acide sulfurique ; - Nettoyer régulièrement les filtres.
16	Le traitement de ravines	<ul style="list-style-type: none"> - Végétaliser les ravines après traitement ; - Remettre en place les pierres éventuellement déplacées par les animaux avant la saison pluvieuse ; - Réparer immédiatement des brèches pendant les pluies.
17	Le Bouli	<ul style="list-style-type: none"> - Evacuer les dépôts sableux à l'entrée des eaux ; - Remettre en place les enrochements déplacés ; - Curer le fond de cuvette en période de basse eau sans entamer l'horizon étanche
18	La digue frontale	<ul style="list-style-type: none"> - Avant la saison pluvieuse, il faut remettre en place les pierres éventuellement déplacées par les animaux ; - Pendant les pluies, des brèches peuvent se former et celles-ci doivent être immédiatement réparées. Il en est de même sur les côtés des digues où l'eau peut éroder les berges - Remplacer ou remettre les moellons déplacés.

QUATRIEME PARTIE : TECHNIQUES ET TECHNOLOGIES DE CES/DRS LES PLUS PERTINENTES

4.1. Approche pour le choix des techniques et technologies les plus pertinentes

Le choix des techniques et technologies les plus pertinentes n'est pas une tâche aisée. Pour y parvenir, il faut s'appuyer sur un choix multicritères.

Dans la lutte contre le ruissellement de l'eau et l'érosion, il est utile de considérer le terroir villageois dans sa globalité, compte tenu de l'influence des zones non-agricoles sur les zones cultivées qui se trouvent généralement en aval des premières. De ce fait, le choix des techniques doit également obéir à cette logique.

Le choix des techniques doit aussi tenir compte du contexte actuel du Burkina Faso qui est caractérisé par le fait que (i) le développement économique et social est tributaire des activités agricoles; (ii) l'agriculture burkinabè est très dépendante de la variabilité des conditions climatiques, qui est fonction des 3 trois principales zones climatiques et (iii) une population qui selon le RGPH(2019), est pauvre, majoritairement rurale (73,7% %), analphabète, et caractérisée par sa jeunesse (77,9% de la population a moins de 35 ans), avec une prédominance des femmes(51%). Les techniques à promouvoir doivent ainsi permettre d'accroître les revenus de cette frange pauvre de la population et surtout créer des emplois pour les jeunes.

Les critères suivants ont été également pris en considération pour l'identification des techniques et technologies les plus pertinentes en se posant les questions suivantes :

- *l'efficacité* : à quel degré la technique ou la technologie permettra – t- elle d'atteindre les objectifs visés et d'obtenir de bons résultats ?
- *l'impact* : quel est l'effet à long terme attendu de cette technique ou de cette technologie ?
- *la durabilité* : pendant combien de temps cette technique ou technologie pourra – t-elle produire ses effets ?
- *la faisabilité technique* : les producteurs seront-ils en mesure de mettre en œuvre cette technique ou technologie ?
- *la rentabilité financière* : quel est le retour sur investissement attendu de cette technique ou technologie ?

En faisant une graduation comme dans le cas d'une évaluation, on prend en considération la pondération maximale attribuée à chacun des critères susévoqués.

Enfin, le choix des techniques doit tenir compte des options politiques du pays. Lors du Sommet des Nations Unies sur les Systèmes Alimentaires au Burkina Faso tenu en septembre 2021 en marge de l'Assemblée Générale des Nations Unies, le Burkina Faso s'est engagé de façon explicite à promouvoir les pratiques agroécologiques sur au moins 30% des emblavures à l'horizon 2040.

Comme on peut le constater, le choix des techniques et technologies les plus pertinentes résulte de la combinaison de plusieurs critères qui se complètent ou agissent en synergie. C'est pour cela qu'il faut aussi tenir compte de cette possibilité dans le choix définitif.

4.2. Synthèse des fiches techniques des techniques et technologies les plus pertinentes

Les résultats de la capitalisation ont mis en évidence l'existence de plus d'une cinquantaine de techniques et technologies de CES/DRS actuellement utilisées par les producteurs. Ces techniques et technologies comportent des potentiels énormes, mais surtout ont révélé des impacts environnementaux, agro écologiques et socio-économiques très intéressants.

Ces techniques et technologies ont les mêmes finalités et on peut les classer en trois (3) groupes : (i) les approches en matière de CES/DRS ; (ii) les technologies d'accompagnement en matière de CES/DRS ; (iii) les ouvrages et techniques de CES/DRS.

Sur la base des critères ci-dessus énumérés, vingt (20) techniques de CES/DRS ont été retenues et considérées comme les plus pertinentes. Elles sont répertoriées au tableau 9 ci-dessous.

Tableau 9 : Techniques, technologies et ouvrages CES inventoriés

Listes des ouvrages et techniques	Technologies d'accompagnement	Approches
1. Bande enherbée 2. Bassin de collecte d'eau de ruissellement 3. Cordon de pierre 4. Demi-lune manuelle 5. Demi-lune mécanisée 6. Digue frontale 7. Digue filtrante 8. Diguette en terre 9. Fixation des dunes 10. Haie vive défensive 11. La régénération naturelle assistée(RNA) 12. Jachère améliorée 13. Micro-barrage/bouli 14. Mise en défens 15. Sous-solage 16. Tapis herbacé 17. Irrigation goutte à goutte 18. Traitement de ravines 19. Zaï manuel 20. Zaï semi-mécanisé à traction animale	3. Le travail du sol : Scarifiage, grattage, labour à plat, billonnage et buttage 4. Les apports et production de matières organiques : i. Paillage ou mulching m. Les apports de compost n. Biochar o. Apport de fumier p. Compost liquide q. Composts aérobies r. « Compost plus » s. Composts anaérobies t. Compost Bokashi u. Fertilisant ECOSAN 4. Les apports d'engrais : d. Agriculture conventionnelle e. Microdose f. Apports de phosphates	1. Agroécologie 2. Aménagement des bas-fonds 3. Approche intégrée de récupération des terres dénudées 4. Bocage sahélien 5. Gestion intégrée de la fertilité des sols 6. Aménagements pastoraux 7. Agriculture de conservation

Le contenu général des fiches techniques est décrit au tableau 10 ci-dessous :

Tableau 10 : Description sommaire des techniques CES retenues

Techniques CES		Description sommaire
1	Bandes enherbées	Ce sont des barrières biologiques jouant les mêmes rôles que les cordons pierreux dans le contrôle du ruissellement et de l'érosion des sols avec l'avantage supplémentaire de produire de la paille ou du fourrage pour le producteur. Elles sont réalisées perpendiculairement à la plus forte pente sur une ligne de même courbe de niveau.
2	Bassin de collecte d'eau de ruissellement	La collecte des eaux pluviales est une technique qui permet une irrigation d'appoint pendant la saison des pluies apparue de plus en plus comme une solution d'adaptation au changement climatique. Le BCER est un impluvium de collecte et de stockage des eaux de pluies pour des usages agricoles, pastoraux et domestiques.
3	Cordons de pierres	Les cordons en pierres ou cordons pierreux sont des dispositifs antiérosifs composés de blocs de moellons ou de pierres disposés en une ou plusieurs rangées le long des courbes de niveaux. Les cordons pierreux permettent de récupérer les terres dégradées, de lutter contre l'érosion hydrique et d'améliorer l'infiltration des eaux.
4	Demi-lune manuelle	C'est une structure mécanique semi-ouverte en demi-cercle qui permet de collecter l'eau de ruissellement et de favoriser son infiltration en créant une dépression à la surface des sols encroûtés. La demi-lune est une cuvette de la forme d'un demi-cercle ouverte à l'aide de pic, pioche et pelle. La terre de déblais est déposée sur le demi-cercle en un bourrelet semi-circulaire au sommet aplati.

Techniques CES		Description
5	Demi-lune mécanisée	La demi-lune mécanisée est une structure mécanique semi-ouverte en demi-cercle qui permet de collecter l'eau de ruissellement et de favoriser son infiltration en créant une dépression à la surface des sols encroûtés. Elles sont faites à l'aide de la charrue "Delfino" (Dauphin) ou la "Treno" (Train) adaptées à différents types de sols.
6	Digue frontale	La digue frontale remplit les mêmes objectifs que la digue filtrante sauf qu'elle est conçue spécifiquement pour les flancs des collines ou des forts escarpements.
7	Digue filtrante	La digue filtrante a pour objectif de freiner la vitesse de l'eau pour permettre le dépôt des matières entraînées par l'eau. C'est un dispositif en pierres libres (non maçonées, donc sans liants) applicable essentiellement aux bas-fonds et aux ravins dont l'objectif est de freiner les ondes de crue et arrêter l'érosion par ravinement aux abords immédiats de la digue.
8	Diguette en terre	La diguette en terre est une technique essentiellement utilisée pour capter l'eau de pluie et/ou limiter les dégâts sur le sol et les cultures dus à son écoulement. Elle consiste à monter une structure en terre compacte en forme de muret.
9	Fixation des dunes	La fixation des dunes est une technique qui aide à la récupération et à la stabilisation des dunes par la mise en place des palissades de <i>Leptadenia pyrotechnica</i> ou de tiges de mil et de bandes d'arrêt d' <i>Euphorbia balsamifera</i> . La pratique s'effectue en région sahélienne. La pratique est propre aux dunes sur sols sableux. Les clôtures protègent contre l'érosion éolienne et réduisent le déplacement du sable vers les champs, les habitations ou d'autres infrastructures.
10	Haie vive défensive	La haie vive est un alignement d'arbres, d'arbustes ou d'arbrisseaux sur une ou plusieurs rangées d'une ou de plusieurs espèces implantées autour d'un périmètre permettant d'empêcher le passage des animaux. L'objectif est la protection des parcelles de production (périmètres maraîchers, vergers, plantations, pépinières etc.) contre les animaux en divagation.

Techniques CES		Description
11	La régénération naturelle assistée (RNA)	La régénération naturelle assistée est une technique agro-forestière qui consiste à protéger et entretenir les espèces ligneuses poussant naturellement dans un champ ou dans des espaces sylvo-pastoraux. Il s'agit de sélectionner et de laisser des jeunes pousses naturelles et de les matérialiser à l'aide de piquets.
12	La mise en défens	La mise en défens est une pratique qui consiste à délimiter une partie du territoire d'un terroir villageois et à défendre partiellement ou totalement son accès à l'homme et aux animaux domestiques tels que les gros et les petits ruminants pendant une période donnée afin de permettre l'écosystème de se reconstituer.
13	Jachère améliorée	La jachère est une pratique traditionnelle qui consiste à laisser un champ au repos pendant plusieurs années avant de le soumettre à nouveau à l'exploitation agricole. Elle se conçoit pour les champs longtemps exploités et appauvris. Elle est dite améliorée lorsque des espèces ligneuses à croissance rapide à bas âge et fixatrices d'azote sont intégrées en vue de reconstituer la fertilité du sol.
14	Micro-barrage/bouli	Selon le SPONG (2018), le mot bouli signifie point d'eau ou étang aménagé. Le bouli est un ouvrage initialement à usage domestique. L'évolution des besoins en irrigation, la nature peu favorable des sites pour la construction des barrages et le coût élevé de la construction des barrages a conduit au concept du bouli pour l'irrigation qui est en fait un micro-barrage. Le bouli permet de recréer un écosystème favorable à la vie de la faune et de la flore locale. Il contribue à remplir la nappe phréatique en voie d'assèchement.
15	Sous-solage	Le sous solage est une technique culturale qui est utilisée pour la récupération des sols encroûtés ou compactés à faible infiltration. La technique consiste à casser la couche superficielle de ces sols afin d'améliorer la capacité d'infiltration de l'eau. Elle est exécutée à l'aide d'un tracteur par un passage de sous-soleuse rectiligne travaillant à environ 30 à 50 cm de profondeur.

Techniques CES		Description
16	Tapis herbacé	Le tapis herbacé est une technique très récente qui consiste à récupérer des clairières dénudées par un sous-solage et un semis de graines d'herbacées. Le sous-solage est réalisé soit par la charrue à traction bovine avec une main d'œuvre d'une vingtaine de personnes équipées de pioches et barres à mines, soit par un tracteur.
17	Irrigation goutte à goutte	L'irrigation goutte à goutte est un système de distribution d'eau et de nutriments efficace pour les cultures. Ce système fournit de l'eau et des nutriments directement à la zone des racines de la plante, en quantité suffisante, au bon moment, afin que chaque plante obtienne exactement ce dont elle a besoin, au moment opportun, pour se développer de manière optimale. Grâce à l'irrigation goutte à goutte, les agriculteurs peuvent obtenir de meilleurs rendements tout en économisant de l'eau, des engrangés.
18	Traitement de ravines / Traitement de têtes de ravines	Le traitement de la ravine est l'opération qui consiste à tapisser les parois ou à constituer une barrière partielle sur la ravine. Il s'agit de mettre en place une digue filtrante au passage de l'eau à un niveau de la ravine pour faciliter son comblement rapide et récupérer la terre emportée par l'érosion. Les principales techniques utilisées sont les seuils en pierres et les sacs en terre. La technique permet le contrôle du ravinement et du ruissellement, et limite l'érosion. Elle favorise l'infiltration et conserve l'humidité du sol.
19	Zaï manuel	Le Zaï est une technique traditionnelle originaire du Yatenga (Nord du Burkina Faso). Il peut se décliner en Zaï agricole ou Zaï forestier en fonction de l'objectif du producteur. Le Zaï agricole consiste à creuser des cuvettes de 24 cm de diamètre et de 10 à 15 cm de profondeur. La terre excavée est déposée en croissant vers l'aval du creux et cela aide à capter les eaux de ruissellement.

Techniques CES		Description
20	Zaï semi-mécanisé à traction animale	La mécanisation de l'opération consiste à réaliser des passages croisés d'une dent de travail du sol, en sec, attelée à un animal (traction asine, bovine, ou équine). Le premier passage est fait dans le sens de la pente, le second croise la pente. A l'intersection des deux sillons l'agriculteur installe la cuvette de zaï. La dent de travail du sol en sec est une lame fer de 8 mm ou 12 mm d'épaisseur, biseautée à ses deux extrémités. La lame de 8 mm est utilisée dans des sols argileux cohérents, celle de 12 mm est adaptée aux sols sableux et limoneux peu cohérents. Cette lame peut être montée sur tous les outils aratoires présents dans l'exploitation.

Le contenu des fiches techniques des différentes techniques et technologies de CES/DRS retenues comme les plus pertinentes est décrit dans le volume III de manière détaillée.

4.3. De l'intérêt à accorder aux autres techniques et technologies de CES/DRS

Les autres techniques classées comme approches ou techniques complémentaires ne manquent pas d'intérêt et peuvent s'appliquer avec succès dans certains contextes.

Les techniques complémentaires se distinguent des techniques CES au sens strict par la durabilité des effets. Les effets des techniques complémentaires sont fugaces, à l'échelle de l'année tandis que ceux des techniques CES durent plusieurs années. Cependant, les leçons tirées des différentes expériences de terrain montrent qu'il est nécessaire de combiner différentes techniques pour avoir de meilleurs impacts. Par exemple, il faut combiner les ouvrages durables avec un travail du sol adapté ou avec des apports de matières organiques : zaï, demi-lunes, cordons pierreux et matières organiques, etc.

CINQUIEME PARTIE : STRATEGIES DE GESTION DURABLE DES TECHNIQUES ET TECHNOLOGIES DE CES/DRS LES PLUS PERTINENTES

Des stratégies pour une gestion durable de ces techniques et technologies de CES/DRS les plus pertinentes ont été proposées. Elles sont ci-dessous résumées :

5.1. Au plan politique

Au plan politique les recommandations sont les suivantes :

- *La prise en compte des directives volontaires contenues dans la Charte du Partenariat Mondial des sols* afin d'intégrer les principes et pratiques de gestion durable des sols dans les orientations sur les politiques.
- *L'appropriation du concept de Neutralité en matière de Dégradation des Terres (NDT)* comme force motrice de la GDT. Sur la base de la situation de référence des terres dégradées, et l'identification des cibles à atteindre au plan national et régional, la NDT va permettre d'atteindre le développement durable, autour de deux objectifs : (i) la sécurité alimentaire, au travers de la réduction de la dégradation des terres cultivées et la restauration des terres dégradées, et (ii) la préservation et la restauration des services rendus par les écosystèmes pour le bien-être des populations.
- *L'affichage d'une volonté des parties prenantes pour une synergie d'action et un plaidoyer en faveur de la gestion durable de terres (GDT)* à travers la Coalition Nationale de gestion durable des terres. Le principal objectif de la Coalition est d'œuvrer en vue de faire de la gestion durable des terres le principal levier pour le développement durable et sa prise en compte dans les politiques et engagements nationaux, régionaux et communaux, et de la NDT le principal socle pour la gestion durable des terres au Burkina Faso.
- *L'actualisation et mise en œuvre du Plan d'Action pour la Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols (PAGIFS)* afin de promouvoir les techniques d'accompagnement aux techniques et technologies de CES/DRS.
- *L'opérationnalisation d'autres stratégies* adoptées telles que la Stratégie nationale de restauration, conservation et récupération des sols, la Stratégie nationale de développement de l'agroécologie, etc.

5.2. Au plan technique

Quelques recommandations pratiques peuvent être faites en vue de maximiser les effets attendus des techniques et technologies de CES/DRS. Elles sont ci-dessous évoquées :

- *Elaboration et mise en application de cahiers des charges pour l'exploitation rationnelle des ouvrages de CES/DRS* : les cahiers des charges ont l'avantage de préciser les conditions d'exploitation des ouvrages de CES/DRS. A titre illustratif, il s'agit de la

gestion des ouvrages, des obligations des exploitants, du cadre de concertation des exploitants, de la protection de l'environnement, des infractions et sanctions, etc.

- *Etablissement d'un programme annuel de diagnostic des ouvrages de CES/DRS* : les ouvrages de CES/DRS doivent faire l'objet d'un suivi régulier pour prévenir les dégradations. A ce propos, il doit être élaboré pour chaque localité concernée, un programme annuel de diagnostic des ouvrages de CES/DRS.
- *Etablissement d'un programme annuel de maintenance préventive et curative des ouvrages de CES/DRS* : la maintenance préventive tout comme la maintenance curative doivent être inscrites dans un programme annuel. Cela permettra d'allonger la durée de vie des ouvrages de CES/DRS toujours avec une bonne efficacité.
- *Mise au point d'un système moderne de surveillance des ouvrages de CES/DRS (drones)* : il est difficile d'avoir une vue d'ensemble des ouvrages de CES/DRS lorsque la zone de couverture est vaste. En ce moment, il est recommandé d'avoir recours aux drones agricoles, très développés de nos jours. Plusieurs sociétés de drones offrent des services de surveillance performants au Burkina Faso.
- *Mise au point d'un système d'alerte précoce et de suivi-évaluation* : les dégradations des ouvrages étant inévitables, il est nécessaire d'anticiper et de prendre les bonnes décisions à bonne date. Avant que les dégradations ne prennent des proportions inquiétantes, elles doivent être signalées aux structures chargées de la gestion et de l'entretien des ouvrages de CES/DRS, d'où la nécessité de mettre en place un système d'alerte précoce. Ce système d'alerte précoce doit être accompagné d'un système de suivi-évaluation qui permettra de mesurer de façon rigoureuse les performances des techniques et technologies de CES/DRS.

5.3. Au plan socio-économique

La bonne gestion des ouvrages de CES/DRS relève à la fois d'une responsabilité individuelle et collective. A ce sujet, les recommandations suivantes peuvent être faites :

- *Sensibilisation individuelle et collective des utilisateurs concernés sur l'importance des ouvrages de CES/DRS* : chaque exploitant tout comme l'ensemble des exploitants doivent être conscientisés sur l'importance des ouvrages de CES/DRS. C'est dans ces conditions que ces ouvrages feront l'objet d'une attention particulière de façon permanente.
- *Mise en place de comités villageois de gestion des ouvrages de CES/DRS* : les comités villageois permettent de mieux organiser la gestion des ouvrages. Il est donc indispensable que ces structures soient mises en place, bénéficient d'un renforcement de capacités et fonctionnent de façon régulière. Leur présence contribue également à allonger la durée de vie des ouvrages de CES/DRS.
- *Organisation de voyages et visites d'échanges d'expériences entre les acteurs de la CES/DRS* : les voyages et visites d'échanges d'expériences contribuent au renforcement des capacités des acteurs. En effet, ils permettent aux bénéficiaires

notamment d'acquérir de nouvelles connaissances en matière de gestion et d'entretien des ouvrages de CES/DRS.

- *Editer les fiches techniques de CES/DRS en langues nationales* pour les besoins de vulgarisation.
- *Concevoir de courtes vidéos en langues nationales* pour diffuser les techniques et technologies de CES/DRS.

CONCLUSION

Les résultats de la capitalisation ont mis en évidence l'existence de plus d'une cinquantaine de techniques et technologies de CES/DRS actuellement utilisées par les producteurs. Ces techniques et technologies comportent des potentiels énormes, mais surtout ont révélé des impacts environnementaux, agroécologiques et socio-économiques très intéressants. Parmi elles, vingt (20) ont été retenues et considérées comme les plus pertinentes pour la simple raison qu'il fallait opérer un choix. Les autres ne manquent pas d'intérêt et peuvent s'appliquer avec succès dans certains contextes.

Pour permettre aux techniques et technologies de CES/DRS les plus pertinentes d'être facilement reproduites sur le terrain et de mieux contribuer au développement de la production agro-sylvo-pastorale au Burkina Faso, leurs normes de conception, de réalisation, de suivi-contrôle, de gestion et d'entretien ont été déterminées. Si ces normes sont respectées, alors des conditions favorables seront créées pour que les techniques et technologies de CES/DRS produisent le maximum de leurs effets et contribuent mieux à l'accroissement de la productivité du secteur agro-sylvo-pastoral, halieutique et faunique au Burkina Faso.

La bonne compréhension et la réalisation des ouvrages de CES/DRS nécessitent la mise au point de fiches techniques bien décrites. Ces fiches techniques, qui procurent des sources d'information précieuses pour les producteurs, doivent être diffusées à grande échelle.

Enfin, les techniques et technologies de CES/DRS retenues comme les plus pertinentes doivent être gérées de façon optimale pour produire les effets que l'on attend d'elles. Pour y parvenir des stratégies sont nécessaires au plan politique, technique et socio-économique.