

**MINISTERE
DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ECONOMIE
VERTE ET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE**

**SECRETARIAT PERMANENT DU CONSEIL
NATIONAL POUR LE DEVELOPPEMENT
DURABLE**

BURKINA FASO



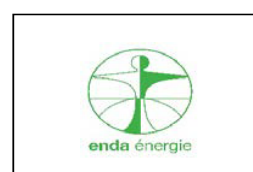
Unité - Progrès - Justice

Evaluation des Besoins Technologiques pour l'Adaptation dans les secteurs de l'Agriculture et de la Foresterie au Burkina Faso

Rapport Final

Fidèle HIEN, PhD
Consultant

Mars 2017



AVERTISSEMENT

Cette publication est un produit du projet "Evaluation des Besoins en Technologies", financé par le Fonds pour l'Environnement Mondial (en [anglais](#) Global Environment Facility, GEF) et mis en œuvre par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (UN Environment) et le centre UNEP DTU Partnership (UDP) en collaboration avec le centre régional ENDA Energie (Environnement et Développement du Tiers Monde - Energie). Les points de vue et opinions exprimés dans cette publication sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les vues du UNEP DTU Partnership, UNEP ou ENDA. Nous regrettons toute erreur ou omission que nous pouvons avoir commise de façon involontaire. Cette publication peut être reproduite, en totalité ou en partie, à des fins éducatives ou non lucratives sans autorisation préalable du détenteur de droits d'auteur, à condition que la source soit mentionnée. Cette publication ne peut être vendue ou utilisée pour aucun autre but commercial sans la permission écrite préalable du UNEP DTU Partnership.

AVANT-PROPOS

La lutte contre le réchauffement planétaire constitue de nos jours une préoccupation majeure pour l'humanité et appelle une réponse collective. C'est ainsi que le Burkina Faso a ratifié la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), le protocole de Kyoto et l'Accord de Paris respectivement en septembre 1993, mars 2005 et novembre 2016. A ce jour, il a élaboré et adopté plusieurs documents de politiques et de stratégies relatifs aux changements climatiques, en réponse à certaines dispositions de ces protocoles.

L'atteinte de l'objectif de la CCNUCC qui est de «réaliser la stabilisation de la concentration des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique » passe par l'innovation et le transfert de technologies pour l'atténuation des émissions des GES, la réduction de la vulnérabilité et l'adaptation aux changements climatiques. Pour ce faire, le Burkina Faso a entamé, depuis février 2015, un processus d'évaluation de ses besoins en transfert de technologies.

Le présent rapport est le premier du processus d'évaluation des besoins technologiques en matière d'adaptation aux effets des changements climatiques au Burkina Faso où deux secteurs clés ont été identifiés comme étant parmi les plus vulnérables : l'agriculture et la foresterie. Il présente le processus ainsi que les résultats de l'analyse et de la hiérarchisation des technologies d'adaptation dans ces secteurs jugés prioritaires au Burkina Faso. Les résultats de l'analyse multicritères ont permis de retenir par ordre de priorité trois technologies pour le secteur de la foresterie et quatre technologies pour le secteur de l'agriculture.

La publication de ce rapport m'offre une occasion de renouveler mes remerciements aux personnes physiques et morales suivantes :

- le Fonds Pour l'Environnement Mondial (FEM) à travers le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE);
- l'Organisation ENDA, Programme « Energie, Environnement et Développement » pour son appui technique et l'organisation des ateliers régionaux de renforcements des capacités des coordinateurs et des consultants nationaux ;
- le Consultant en adaptation pour sa contribution;
- l'Equipe Nationale EBT du Burkina Faso et les diverses parties prenantes pour leur implication effective à travers la collecte et la fourniture de données durant tout le processus ;
- les Parties Prenantes qui ont fourni les données et informations pertinentes à ce processus d'évaluation des besoins technologiques.

Le Secrétaire Permanent



Justin GOUNGOUNGA
Chevalier de l'Ordre National

Sommaire

AVERTISSEMENT	1
AVANT-PROPOS	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
LISTE DES TABLEAUX	5
LISTE DES FIGURES	5
SIGLES ET ABREVIATIONS	6
RESUME EXECUTIF.....	8
1. <i>Sélection des secteurs d'adaptation</i>	8
2. <i>Conception et contenu des «secteurs» dans le processus EBT.....</i>	9
3. <i>L'Arrangement institutionnel pour l'EBT et la participation des parties prenantes</i>	9
4. <i>La Priorisation des technologies d'adaptation dans les deux secteurs</i>	9
LE PROCESSUS DE SELECTION DES TECHNOLOGIES D'ADAPTATION.....	9
APERÇU DES TECHNOLOGIES EXISTANTES DANS LES DEUX SECTEURS	10
5. <i>Critères et processus de hiérarchisation des technologies dans les deux secteurs</i>	11
6. <i>Options de technologies d'adaptation pour le secteur de l'agriculture</i>	11
7. <i>Résultats de priorisation de technologies dans le secteur de l'agriculture.....</i>	11
8. <i>Options de technologies d'adaptation pour le secteur de la foresterie</i>	12
9. <i>Résultats de priorisation de technologies dans le secteur de la foresterie</i>	12
CHAPITRE 1 LE CONTEXTE NATIONAL	14
1.1 HISTORIQUE DE L'EBT	14
1.2 LES POLITIQUES NATIONALES LIEES A L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE, L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET AUX PRIORITES DE DEVELOPPEMENT.....	15
1.2.1 <i>Les politiques et stratégies nationales de développement</i>	15
1.2.2 <i>Politiques et stratégies liées aux changements climatiques</i>	16
1.3 EVALUATIONS DE LA VULNERABILITE DANS LE PAYS	17
1.3.1 <i>La place de l'environnement dans l'économie du Burkina.....</i>	17
1.3.2 <i>Aperçu des évaluations de la vulnérabilité au Burkina Faso</i>	18
1.3.2.1 L'agriculture	19
1.3.2.2 Les ressources en eau	19
1.3.2.3 L'élevage et les productions animales.....	20
1.3.2.4 L'environnement et les ressources naturelles	20
1.3.2.5 Le secteur de l'énergie.....	21
1.3.2.6 Le secteur de la Santé	21
1.3.2.7 Les infrastructures et l'habitat.....	21
1.3.3 <i>Les priorités d'adaptation</i>	21
1.3.3.1 Dans le secteur de l'agriculture et de l'eau.....	22
1.3.3.2 Dans le secteur de l'élevage et des productions animales	22
1.3.3.3 Dans le secteur de la foresterie et de la biodiversité.....	22
1.4 SELECTION DES SECTEURS	23
1.4.1 <i>Aperçu des changements climatiques attendus et leurs Impacts dans les secteurs vulnérables aux changements climatiques.....</i>	23
1.4.2 <i>Processus et résultats de la sélection des secteurs</i>	29
1.4.3 <i>Conception et contenu des «secteurs» dans le processus EBT.....</i>	30
CHAPITRE 2. ARRANGEMENT INSTITUTIONNEL POUR L'EBT ET LA PARTICIPATION DES PARTIES PRENANTES 30	
2.1 L'EQUIPE NATIONALE EBT	31
2.2 LE PROCESSUS D'IMPLICATION DES PARTIES PRENANTES DANS L'EBT – APERÇU GLOBAL	33
2.2.1 <i>Identification et création d'un réseau de parties prenantes</i>	33

2.2.2	Définition des buts et objectifs du processus en collaboration avec les parties prenantes.....	33
2.2.3	Clarification des rôles des parties prenantes.....	33
2.2.4	Elaboration d'un processus continu pour l'engagement des parties prenantes	34
CHAPITRE 3 : PRIORISATION DES TECHNOLOGIES POUR LESSECTEURS DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORESTERIE		35
3.1	LA SELECTION DES TECHNOLOGIES D'ADAPTATION	35
3.2	VULNERABILITES CLES AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LESSECTEURSDE L'AGRICULTURE ET DE LA FORESTERIE ...	36
3.2.1	Vulnérabilités clés dans le secteur de l'agriculture	36
3.2.2	Vulnérabilités clés dans le secteur de la foresterie	37
3.3	CADRE DE DECISION	37
3.3.1	Du programme d'action de lutte contre la désertification au plan national d'adaptation	38
3.3.2	Le Programme National du Secteur Rural (PNSR) et ses plans d'actions	39
3.3.3	Principaux programmes et projets d'adaptation dans le secteur de l'agriculture.....	40
3.3.4	Principaux programmes et projets d'adaptation dans le secteur de la foresterie	41
3.4	APERÇU DES TECHNOLOGIES EXISTANTES DANS LESSECTEURSDE L'AGRICULTURE ET DE LA FORESTERIE	42
3.5	CRITERES ET PROCESSUS DE HIERARCHISATION DES TECHNOLOGIES DANS LES SECTEURS DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORESTERIE.....	43
CHAPITRE 4 : LES OPTIONS DE TECHNOLOGIES D'ADAPTATION DANS LES SECTEURS DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORESTERIE		46
4.1	OPTIONS DE TECHNOLOGIES D'ADAPTATION POUR LE SECTEUR DE L'AGRICULTURE ET LEURS PRINCIPAUX BENEFICES D'ADAPTATION	46
4.2	RESULTATS DE PRIORISATION DE TECHNOLOGIES DANS LE SECTEUR DE L'AGRICULTURE	56
4.2.1	Les poids attribués aux critères	56
4.2.2	La notation des technologies.....	56
4.2.3	La matrice combinant le score et la pondération	56
4.3	OPTIONS DE TECHNOLOGIES D'ADAPTATION POUR LE SECTEUR DE LA FORESTERIE ET LEURS PRINCIPAUX BENEFICES D'ADAPTATION	65
4.4	RESULTATS DE PRIORISATION DE TECHNOLOGIES DANS LE SECTEUR DE LA FORESTERIE	75
4.4.1	Les poids attribués aux critères	75
4.4.2	La notation des technologies.....	75
4.4.3	La matrice combinant le score et la pondération	75
LISTE DES REFERENCES		82
ANNEXE I: LES FICHES DE TECHNOLOGIESD'ADAPTATION DANS LE SECTEUR DE L'AGRICULTURE		84
ANNEXE II: LES FICHES DE TECHNOLOGIES D'ADAPTATION DANS LE SECTEUR DE LA FORESTERIE.....		119
ANNEXE III : LISTE DES MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL SECTORIEL AGRICULTURE-FORESTERIE		145

Liste des tableaux

Tableau 1 : Analyse de la vulnérabilité des secteurs d'exposition au Burkina Faso	19
Tableau 2: Scénarios considérés pour les projections climatiques	23
Tableau 3 : Evolution des températures extrêmes (période 1960-2011)	27
Tableau 4 : Projections des températures	27
Tableau 5 : Projets et programmes comportant des actions ou volet d'adaptation dans le secteur de l'agriculture.....	40
Tableau 6 : Projets et programmes comportant des actions ou volet d'adaptation dans le secteur de la foresterie	41
Tableau 7 : Liste des technologies d'adaptation soumises à l'évaluation dans les secteurs de l'agriculture et de la foresterie	43
Tableau 8 : Critères d'évaluation des options technologiques d'adaptation dans les secteurs de l'agriculture et de la foresterie	44
Tableau 9 :Options technologiques identifiées et soumises au processus d'évaluation dans le secteur « agriculture »	47
Tableau 10: Pondération des critères par le groupe de travail sectoriel	56
Tableau 11: Résultats de la notation des technologies du secteur de l'agriculture	57
Tableau 12: Matrice combinant le score des technologies et la pondération des critères	58
Tableau 13: Résultat de priorisation des technologies dans le secteur agriculture.....	59
Tableau 14: Principaux critères de sélection des trois principales technologies dans le secteur de l'agriculture	61
Tableau 15: Options technologiques identifiées et soumises au processus d'évaluation dans le secteur « foresterie »	66
Tableau 16: Pondération des critères par le groupe de travail sectoriel	75
Tableau 17: Résultats de la notation des technologies du secteur de la foresterie.....	76
Tableau 18: Matrice combinant le score des technologies et la pondération des critères (secteur foresterie).....	77
Tableau 19: Résultat de priorisation des technologies dans le secteur de la foresterie	78
Tableau 20 : Principaux critères de sélection des trois principales technologies dans le secteur de la foresterie	80

Liste des figures

<i>Figure 1 : Evolution de l'indice pluviométrique dans les pays sahéliens de 1950 à 2005</i>	<i>24</i>
<i>Figure 2 : Migration des isohyètes 600 et 900 mm entre 1930 et 2010.....</i>	<i>25</i>
<i>Figure 3: Tendances des Précipitations annuelles, scénario A2, 2046-2065.....</i>	<i>25</i>
<i>Figure 4: Tendances des PJAS scénario A2, 2046-2065.....</i>	<i>26</i>
<i>Figure 5: Tendances des Précipitations annuelles, scénario B1, 2046-2065</i>	<i>26</i>
<i>Figure 6 : Tendances des PJAS scénario B1, 2046-2065.....</i>	<i>27</i>

Sigles et abréviations

A.FO.LU	Agriculture-Forêts-Land-Use
AMMA	Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine
AMC	Analyse Multicritère
AGR	Activité génératrice de revenu
AGRHYMET	Centre régional d'applications agronomique, hydrologique et météorologique
AMMA	Analyse multidisciplinaire de la mousson africaine
BCER	Bassin de Collecte des Eaux de Ruissellement
CC	Changement climatique
CCNUCC	Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CES/DRS	Conservation des eaux et des sols/défense et restauration des sols
CILSS	Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel
CIMAC	Comité interministériel pour la Mise en œuvre des Actions de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CNDD	Conseil National pour le Développement Durable (ex-CONEDD)
CNUED	Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement
CONAGESE	Conseil National pour la Gestion de l'Environnement
CONEDD	Conseil national pour l'environnement et le développement durable
COP	Conference Of Parties (Conférence des Parties)
CPDN (INDC)	Contribution Prévue Déterminée au plan National (Intended National Determined Contribution)
CPP	Country Partnership Program (Programme de Partenariat de Pays pour la Gestion Durable des Terres)
CRA	Centre Régional Agrhymet
CSLP	Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté
CTS	Comité Technique de Suivi
CSI-GDT	Cadre Stratégique d'Investissement en gestion durable des terres
DCIME	Division du développement des Compétences, de l'Information et du Monitoring de l'Environnement
DPCIE	Division du Partenariat et de la Coordination des Conventions Internationales en matière d'Environnement
EBT	Evaluation des Besoins Technologiques
ETP	Evapotranspiration potentielle
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
F. CFA	Franc de la Communauté Financière Africaine
FEM	Fonds pour l'environnement mondial
GDT	Gestion Durable des Terres
GDRN	Gestion Durable des Ressources Naturelles

GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe t intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat
GIRE	Gestion intégrée des ressources en eau
GTS	Groupe de Travail Sectoriel
IEC	Information-éducation-communication
INSD	Institut national de la statistique et de la démographie
LAME	Laboratoire d'Analyses Mathématiques des Equations
MASA	Ministère de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire
MEDD	Ministère de l'environnement et du développement durable
NAMA	National Appropriate Mitigation Actions/ Mesures d'Atténuation Appropriées au plan National ;
ONG	Organisation non gouvernementale
OSC	Organisation de la société civile
PAN/LCD	Programme d'Action National de Lutte Contre la Désertification
PAG	Plan d'Aménagement et de Gestion (de forêt naturelle)
PAGIRE	Plan d'action de gestion intégrée des ressources en eau
PAT	Plan d'Action Technologique
PANA	Programme d'action national d'adaptation à la variabilité et aux changements climatiques
PANE	Plan d'Action National pour l'Environnement
PFNL	Produit forestier non ligneux
PIB	Produit intérieur brut
PJAS	Précipitation Juillet-août-septembre
PMA	Pays les moins avancés
PNA	Plan national d'adaptation aux changements climatiques
PNDES	Plan National de Développement Economique et Social (2016-2020)
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PTF	Partenaire technique et financier
RNA	Régénération naturelle assisté
SAP	Système d'Alerte Précoce
SCADD	Stratégie de croissance accélérée et de développement durable
SP/CNDD	Secrétariat Permanent du Conseil National pour le Développement Durable ((ex SP-CONEDD)
UBT	Unité de Bétail Tropical
UIPA	Unités d'Intensification de Productions Animales
ZIPA	Zone d'intensification des productions animales

Résumé exécutif

Le présent rapport est élaboré dans le cadre du projet d'évaluations des besoins technologiques en matière d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques (EBT) dont la phase actuelle (phase 2), financée par le FEM dans le cadre de la 2^{ème} phase de son programme d'activités habilitantes. Ce projet mondial, dérivé du **Programme stratégique de Poznan** sur le transfert des technologies, vise, après une première phase déroulée entre 2000 et 2004, à aider 26 pays supplémentaires dont le Burkina Faso, à réaliser ou améliorer leur évaluation des besoins technologiques dans le cadre de la CCNUCC. Ces évaluations comprennent une analyse approfondie et une hiérarchisation des technologies, une analyse des obstacles potentiels au transfert de technologies prioritaires, et l'élaboration de Plans d'Action Technologiques nationaux (PAT) convenus par toutes les parties prenantes au niveau national.

Ce rapport, est le premier du processus d'évaluation des besoins technologiques en matière d'adaptation aux effets des changements climatiques au Burkina Faso où deux secteurs clés ont été identifiés comme parmi les plus vulnérables : l'agriculture et la foresterie.

Il présente le processus et les résultats de l'analyse et de la hiérarchisation des technologies d'adaptation dans les secteurs jugés prioritaires au Burkina Faso

En effet, après avoir ratifié la CCNUCC et le protocole de Kyoto respectivement en septembre 1993 et en mars 2005, le Burkina Faso a élaboré et adopté plusieurs documents de politiques et de stratégies relatifs aux changements climatiques, en réponse à certaines dispositions de ces protocoles. Il s'agit notamment de:

- La Stratégie Nationale de mise en œuvre de la Convention sur les Changements Climatiques adoptée en novembre 2001 ;
- le Programme d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques (PANA) en 2007.
- l'élaboration d'un cadre NAMA (2016);
- le Plan National d'Adaptation (PNA, 2015)
- et plus récemment sa Contribution Prévue Déterminée au Niveau National (CPDN, 2015).

1. Sélection des secteurs d'adaptation

Les études sur l'évaluation de la vulnérabilité et des capacités d'adaptation à la variabilité et aux changements climatiques réalisées dans le cadre de ces processus ont mis en évidence, d'une part, les quatre secteurs clefs les plus vulnérables que sont l'agriculture, les ressources en eau, les ressources animales, la foresterie/biodiversité (cf. tableau suivant) et, d'autre part, les groupes les plus vulnérables qui se retrouvent parmi les populations rurales pauvres (femmes, jeunes, petits producteurs agricoles) (PNA-BF, 2015).

Ressource/ secteur	Degré de l'impact	Durée de l'impact	Sévérité de l'impact	Importance de la ressource/secteur
Eau	Elevé	Elevé	Elevé	Très élevé
Agriculture	Elevé	Elevé	Elevé	Très élevée
Elevage	Elevé à moyen	Elevé à moyen	Elevé à moyen	Elevé
Foresterie/biodiversité	Elevé à moyen	Elevé à moyen	Elevé à moyen	Elevé

Source : PNA, 2015, citant MECV, 2007

Pour chacun de ces secteurs, les besoins et priorités d'adaptation à moyen et long termes ont été identifiés et ont permis d'élaborer le premier programme national d'adaptation (PANA), soutenu par 12 projets pilotes dont la plupart a été mis en œuvre entre 2007 et 2013 avec l'appui de divers partenaires du pays.

C'est tirant leçon de la mise en œuvre et des résultats des projets pilotes du PANA, et à la suite de celui-ci que le Burkina Faso s'est doté d'un Plan National d'Adaptation pour la période 2015-2025 (PNA), qui propose des actions intégrées à plus long terme à travers dix secteurs ou domaines de développement jugés les plus vulnérables aux changements climatiques. La CPDN présentée à la COP 21 en décembre 2015 s'appuiera, dans sa composante adaptation, sur les options prioritaires définies dans le PNA.

Le processus de sélection des **secteurs** dans le cadre de l'Evaluation des Besoins Technologiques (EBT) a donc, sur les bases des analyses précédentes, retenu les secteurs de **l'agriculture** et de **laforesterie** comme les deux secteurs prioritaires en matière **d'adaptation**.

2. Conception et contenu des «secteurs» dans le processus EBT

Dans le présent processus, et considération faite des interactions qui caractérisent les systèmes de production rurale au Burkina Faso, le «secteur» de **l'agriculture** englobe, au-delà des productions végétales, la gestion de l'eau d'irrigation mais aussi l'élevage dont le rôle dans le recyclage des éléments nutritifs entre les champs et la «brousse» reste déterminant pour le niveau d'intensification et la productivité des systèmes agraires sahéliens ;

Quant au «secteur de la **foresterie**», on retiendra que **les bonnes pratiques forestières** incluent la coupe sélective du bois de feu, la régénération naturelle assistée, le défrichement contrôlé, la protection des berges des cours et plans d'eau et la pratique de différentes formes d'agroforesterie pour une gestion durable des ressources naturelles. Le **secteur de la foresterie** dans le présent processus englobe donc l'ensemble des actions de reforestation, d'aménagement et de gestion de forêts naturelles et autres aires de conservation, d'économie du bois-énergie, notamment par l'utilisation de foyers améliorés.

3. L'Arrangement institutionnel pour l'EBT et la participation des parties prenantes

Pour la prise en charge et le suivi des questions des changements climatiques, le Burkina Faso a responsabilisé le Ministère chargé de l'Environnement, à travers le SP-CNDD qui assure à ce jour la coordination des conventions majeures en matière d'environnement dont la CCNUCC.

Le dispositif institutionnel de mise en œuvre du projet EBT est constitué de :

- ✓ Une Coordination Nationale du projet animée par un Coordonnateur National
- ✓ L'Equipe Nationale EBT
- ✓ Une équipe de deux consultants : l'un en adaptation et l'autre en atténuation

L'Equipe Nationale EBT est constitué de deux groupes de parties prenantes :

- a. un groupe de base de participants directs formant un Comité Technique de Suivi (CTS) et
- b. un groupe élargi des parties concernées et intéressées qui participent aux activités de consultation et d'engagement, notamment les ateliers, les auditions publiques et les documents de consultation. Ces acteurs forment **les groupes de travail sectoriels (GTS)** dont la mission est d'apporter l'expertise technique pour la hiérarchisation des technologies, l'analyse des barrières et la définition des cadres propices pour la promotion/diffusion des différentes technologies.

4. La Priorisation des technologies d'adaptation dans les deux secteurs

Le processus de sélection des technologies d'adaptation

Au Burkina Faso, les actions d'adaptation retenues au titre de la CPDN (INDC en anglais) ont été identifiées sur les bases suivantes:

- ✓ Le Programme National du Secteur Rural - PNSR (2008);
- ✓ Le Plan National d'Adaptation (PNA, 2015) qui définit l'agriculture, l'eau, l'élevage, les ressources naturelles et la biodiversité comme les secteurs stratégiques les plus exposés aux

conséquences des changements climatiques et identifie les mesures d'adaptation à moyen et long terme dans chacun desdits secteurs;

- ✓ Le Cadre Stratégique d'Investissement en gestion durable des terres (CSI-GDT) à l'horizon 2025 dont les objectifs, les résultats et les produits attendus coïncident largement avec les priorités d'adaptation définies dans le PNA.

Si le PNA n'a pas proposé un ordre de priorité dans les options technologiques d'adaptation, la CPDN dans sa composante adaptation a voulu faire correspondre la valeur du CO₂ épargné ou séquestré par les actions d'atténuation, avec le financement des actions d'adaptation. Les résultats de l'exercice participatif de priorisation, réalisé avec la contribution des experts de tous les départements ministériels, des ONG et du secteur privé ont permis d'identifier une vingtaine de technologies (entendues sous l'angle de bonnes pratiques) dont 16 dans les sous-secteurs de l'agriculture, de l'élevage, de la gestion de l'eau, de la foresterie et de l'utilisation des terres.

Afin de conserver la cohérence entre les résultats de l'exercice d'évaluation des besoins technologiques et les stratégies nationales en matière d'adaptation, c'est ce paquet qui a servi de base au groupe de travail sectoriel « agriculture & foresterie » pour la priorisation des technologies d'adaptation dans les deux secteurs. Cette liste a été enrichie par le groupe de travail pour donner au total 22 options technologiques dont 12 dans le « secteur agriculture » et 10 dans le « secteur foresterie » tels que conçus plus haut. Une fiche de technologie a été préparée pour chacune de ces options à l'attention du groupe de travail sectoriel pour soutenir l'exercice d'évaluation et de priorisation.

Aperçu des Technologies existantes dans les deux secteurs

Appelées aussi « Bonnes Pratiques » agricoles, agro-sylvo-pastorales ou de gestion durable des terres », les technologies d'adaptation aux changements climatiques ont été largement documentées par plusieurs sources : SP-CONEDD, UICN, CILSS.

En s'appuyant sur l'éventail de bonnes pratiques d'adaptation aux risques climatiques ci-dessus d'une part et sur la sélection opérée dans le cadre des Plans Nationaux d'Adaptation (PNA-sectoriels) et de la CPDN/INDC d'autre part, les options technologiques ci-après ont été identifiées par le groupe de travail sectoriel agriculture-foresterie pour être soumises au processus d'évaluation.

Secteur	Sous-secteur	Technologies identifiées (PNA & CPDN/INDC)
Agriculture	Gestion de l'eau et des sols pour la production végétale	Cordons pierreux végétalisés
		Zaï (manuel ou mécanisé)
		Zaï + cordons pierreux
		Cordons pierreux + Zaï + RNA
		Demi-lunes agricoles (avec apport de mo)
		Collecte Eau Pluviale (CEP)
	Elevage/production animale	Réhabilitation de terres dégradées à des fins sylvo-pastorales par sous-solage / microbassins à la charrue (<i>Delfino</i>)
		Fauche et conservation de fourrage naturel
		Création, aménagement et équipement de 5 ZIPA (zones d'intensification des productions animales) : zones stratégiques répondant aux besoins des périodes critiques
		Promotion de Biodigesteurs
	Gestion de l'eau d'irrigation	Curage de plan d'eau (avec valorisation des sédiments)
		Irrigation goutte à goutte : petite irrigation paysannes ; Unités d'Intensification de Productions Animales (UIPA)
Foresterie	Aménagement et conservation	Aménagement et gestion de forêts naturelles (élaboration /mise à jour de PAG)
		Création par les Collectivité Territoriales d'aires de conservation à vocation communales (5000 ha au minimum)

	Reforestation / conservation	Zaï forestier
		Mise en défens
		Reboisement
		Protection des berges
	Agroforesterie	Régénération Naturelle Assistée
		Haies-vives défensives
	Biomasse énergie	Promotion de Foyers Améliorés ménage
		Promotion de Foyers Améliorés dolo

5. Critères et processus de hiérarchisation des technologies dans les deux secteurs

En vue de leur hiérarchisation, les technologies d'adaptation dans les secteurs de l'agriculture et de la foresterie ont été soumises à un exercice d'analyse multicritères (AMC) réalisée par le « groupe de travail sectoriel agriculture et foresterie » au cours d'un atelier de deux jours. Les critères suivants ont été retenus pour le processus d'AMC :

- ✓ Des critères de faisabilité : coûts, maturité et potentiel
- ✓ Des critères d'impacts : impacts économiques, impacts sociaux, impacts environnementaux ;
- ✓ La sensibilité des technologies aux effets des changements climatiques que sont : l'augmentation des températures, les sécheresses et les inondations.

A chaque critère correspond un indicateur dont l'échelle de notation et la performance attendue sont prédéfinis.

Pour l'exercice de l'AMC, le groupe de travail sectoriel s'est scindé en deux sous-groupes sous-sectoriels, appuyés chacun par le consultant en adaptation : un sous-groupe « agriculture » et un sous-groupe « foresterie »..

6. Options de technologies d'adaptation pour le secteur de l'agriculture

Les options d'adaptation dans le secteur de l'agriculture sont nombreuses et visent des fonctions multifonctionnelles :

- la lutte contre l'érosion et la dégradation des terres ;
- la gestion rationnelle/rentable de l'eau (pluviale ou d'irrigation) pour la production agricole ;
- l'amélioration durable de la fertilité des sols ;
- l'utilisation d'intrants et de matériel végétal adapté ;
- l'utilisation de techniques culturales adaptées ;
- la gestion durable des ressources pastorales et zootechniques.

Elles visent des bénéfices en termes d'adaptation aux effets des changements climatiques que le rapport a résumés pour chacune d'elles.

7. Résultats de priorisation de technologies dans le secteur de l'agriculture

L'exercice d'AMC appliqué aux technologies d'adaptation dans le secteur de l'agriculture a abouti à l'identification de quatre technologies considérées comme prioritaires. La description détaillée de chaque technologie est fournie en annexe 1.

Ces quatre technologies seront retenues pour les étapes suivantes du processus, c'est-à-dire l'analyse des obstacles à la diffusion de ces technologies et l'élaboration du Plan d'Actions Technologique (PAT).

Technologie d'adaptation	Score pondéré de l'exercice d'AMC (sur 100)
Biodigesteurs	89,0

Cordons pierreux + Zaï + RNA	86,0
Réhabilitation de terres dégradées à des fins sylvo-pastorales par sous-solage / microbassins à la charrue (<i>Delfino</i>)	63,5
Bassins de Collecte des Eaux de Ruissellement (BCER)	63,5

Le processus d'évaluation et de priorisation des technologies d'adaptation dans le secteur de l'agriculture a donc retenu trois technologies à promouvoir au plan national :

1. les biodigesteurs;
2. la combinaison Cordons pierreux + Zaï + RNA ;
3. la technique de sous-solage mécanisé ou de confection de microbassins à la charrue *Delfino* pour la réhabilitation de terres dégradées à des fins sylvo-pastorales.

L'analyse des membres du groupe de travail sectoriel a été construite autour de critères développés dans le rapport (Tableau 13).

A l'issue de l'exercice, le groupe de travail sectoriel est unanime sur le fait qu'en termes d'opportunités offertes, ces trois technologies répondent le mieux aux enjeux actuels en matière d'adaptation des systèmes de production agro-pastorale aux effets potentiels des changements climatiques : (i) amélioration des termes du bilan hydrique des systèmes de culture, (ii) gestion durable et intégrée de la fertilité des terres de culture et (iii) la gestion durable des ressources pastorales et zootechniques.

L'importance des terres sylvo-pastorales pour la productivité des terres de culture dans les systèmes agraires actuels ainsi que leur place dans les chaînes trophiques des milieux semi-arides plaident en effet pour le maintien et/ou la réhabilitation de la productivité de « la brousse » ; en particulier dans les zones où l'élevage de ruminants occupe une place centrale dans l'économie des ménages.

Quant à la vulgarisation des biodigesteurs, ce sont les nombreuses opportunités qu'elle offre à la fois sur les plans agricole, énergétique, environnemental, économique et social qui en font la technologie la plus porteuse du moment, dans une économie nationale encore dominée par le secteur agro-pastoral et qui occupe 80% de la population nationale dont près de la moitié vit en-dessous le seuil de pauvreté.

8. Options de technologies d'adaptation pour le secteur de la foresterie

Tout comme pour le secteur « agriculture », les options d'adaptation dans le secteur de la foresterie sont aussi nombreuses et visent des fonctions multiformes :

- l'aménagement des forêts naturelles et la gestion durable de leurs ressources;
- la conservation de la diversité biologique ;
- la restauration du couvert végétal y compris par la reforestation ;
- l'agroforesterie;
- l'économie de la biomasse comme source d'énergie;

Elles visent des bénéfices en termes d'adaptation aux effets des changements climatiques que le rapport a résumés pour chacune d'elles.

9. Résultats de priorisation de technologies dans le secteur de la foresterie

L'exercice d'AMC appliqué aux technologies d'adaptation dans le secteur de la foresterie donne les résultats suivants. L'annexe 2 fournit le détail concernant la description et l'analyse des technologies d'adaptation. Ces trois technologies classées prioritaires seront donc retenues pour les étapes suivantes du processus, c'est-à-dire l'élaboration du Plan d'Actions Technologique (PAT).

Technologie d'adaptation	Score pondéré de l'exercice d'AMC (sur 100)
Promotion de Foyers Améliorés pour les ménages	67,9
Aménagement et gestion des forêts naturelles	66,9

Création par les Collectivités Territoriales d'aires de conservation à vocation communales	66,9
--	------

Ainsi donc, le processus d'évaluation et de priorisation des technologies d'adaptation dans le secteur de la foresterie a retenu trois technologies à promouvoir au plan national :

1. la diffusion des foyers améliorés pour réduire la consommation du bois-énergie et la pression sur les forêts ;
2. l'aménagement et la gestion durable des forêts naturelles classées et protégées présentant un intérêt économique et écologique significatif ;
3. la multiplication par les collectivités territoriales, en relation avec les communautés rurales, d'espaces forestiers pour la conservation et la production de biens et services environnementaux multiples.

Comme les trois technologies du secteur de l'agriculture, elles font partie intégrante des projets d'adaptation retenus dans l'INDC du Burkina Faso dont la mise en œuvre devrait contribuer à une réduction significative des émissions de GES et à une amélioration de la résilience des communautés nationales, rurales en particulier.

Pour les membres du groupe de travail sectoriel, réduire la consommation du bois-énergie en vue d'atténuer la pression humaine sur les forêts est une priorité de premier plan qui, de surcroît, est à la portée même des ménages les plus pauvres. La promotion de l'utilisation des foyers améliorés devra donc concerner en priorité les ménages pauvres, qui dépendent totalement du bois pour leurs besoins énergétiques, tout comme les grands consommateurs de bois que constituent les brasseries traditionnelles (fabriques de dolo) et les restaurateurs.

La diffusion des foyers améliorés est complémentaire à la promotion des biodigesteurs pour réduire encore plus significativement la pression sur les forêts en vue d'espérer arrêter à terme leur dégradation.

Simultanément, l'aménagement et la gestion participative de l'ensemble des massifs forestiers, classés ou protégés présentant encore un potentiel économique et écologique significatif est le seul moyen d'arrêter leur dégradation liée aux changements climatiques. Le Burkina dispose dans ce domaine de l'une des meilleures (et des plus anciennes) expériences en Afrique de l'Ouest sahélienne.

Enfin, dans le cadre de la décentralisation, l'Etat en transférant les compétences aux communes et régions en matière de protection de l'environnement et de gestion des ressources naturelles (dont principalement les ressources forestières), a décidé de responsabiliser ces dernières et, avec elles, les communautés rurales, dans la mission de pérennisation de ce capital naturel renouvelable de plus en plus fragilisé. Cette décision devrait, pour porter ses fruits, être accompagnée d'une incitation aux collectivités territoriales à s'approprier totalement la maîtrise des ressources forestières et leur gestion durable avec la participation active des communautés rurales.

Chapitre 1 Le contexte national

1.1 Historique de l'EBT

Le transfert de technologies mobilise l'attention du monde depuis le Sommet de Rio en 1992, où les questions liées au transfert de technologies ont été inscrites dans l'Agenda 21 et dans les articles 4.3, 4.5 et 4.7 de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC). Ces questions ont par la suite fait l'objet de discussions lors de la COP 1 à Berlin et de la COP 4 à Buenos Aires ; lesquelles ont abouti à la décision 2/ CP4 qui prévoit un financement du FEM pour les pays en développement Parties à la Convention.

Suite à sa décision 2/ CP4, le FEM a fourni entre 2000 et 2004 un financement à 92 pays pour une première série d'évaluations des besoins technologiques (EBT), dans le cadre de la 2^{ème} phase de son programme d'activités habilitantes. Lors de cette première série d'EBT, les pays élus ont suivi des processus divers et, dans la plupart des cas, les résultats finaux manquaient d'actions réalisables.

C'est pourquoi à la demande de la COP 13, le FEM a proposé le **Programme stratégique de Poznan** sur le transfert de technologies, qui a été approuvé par la COP 14. En 2009, une nouvelle phase de l'EBT (EBT Phase 1) a été mise en œuvre dans 36 pays en développement, qui a été clôturée en avril 2013.

Le projet EBT mondial actuel (EBT Phase 2), dérivé du **Programme stratégique de Poznan** sur le transfert des technologies, vise à aider 26 pays supplémentaires dont le Burkina Faso, à réaliser ou améliorer leur évaluation des besoins technologiques dans le cadre de la CCNUCC. Ces évaluations comprendront une analyse approfondie et une hiérarchisation des technologies, une analyse des obstacles potentiels au transfert de technologies prioritaires, et l'élaboration de Plans d'Action Technologiques nationaux (PAT) convenus par toutes les parties prenantes au niveau national.

Au Burkina Faso, comme dans les autres pays, l'EBT porte sur les secteurs d'atténuation des émissions de GES et les secteurs d'adaptation aux effets des changements climatiques.

Le présent rapport qui est le premier du processus d'évaluation des besoins technologiques en matière d'adaptation aux effets des changements climatiques, présente le processus et les résultats de l'analyse et de la hiérarchisation des technologies d'adaptation dans les secteurs de l'agriculture et de la foresterie, les deux secteurs jugés prioritaires au Burkina Faso.

L'histoire et les initiatives opérationnelles en matière d'adaptation aux effets de la variabilité et des changements climatiques au Burkina Faso datent de près de 10 ans (2007). Et dans cette histoire, les secteurs de l'agriculture (intégrant la gestion de l'eau et l'élevage) et de la foresterie sont apparus comme les deux secteurs les plus vulnérables de l'économie nationale mais aussi comme deux secteurs absolument interdépendants du fait de la particularité des systèmes de production rurale.

1.2 Les politiques nationales liées à l'innovation technologique, l'adaptation aux changements climatiques et aux priorités de développement

1.2.1 Les politiques et stratégies nationales de développement

Au Burkina Faso, les instruments cadres de politique contribuent à mettre la notion de durabilité au cœur de l'action publique et des autres acteurs non étatiques (PTF, ONG, OSC, Secteur privé) dans un élan de développement socioéconomique générateur de croissance et de revenus équitablement distribués à moyen et long termes et dans des secteurs de haute vulnérabilité climatique. Il s'agit de la Politique Nationale de Développement Durable (MEDD., 2013) et de la Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable (SCADD, 2010) qui est le document de cadrage économique ; la SCADD est également adossée à la vision Prospective « Burkina 2025 ». Tous ces instruments ont été identifiés par la 2^e Communication nationale sur les changements climatiques (MEDD/SP-CONEDD, 2014).

Au Burkina Faso, la planification du développement pour la période 2010-2015 s'appuie sur la Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable (SCADD) qui essaye de concilier les « non-conciliables », à savoir la croissance accélérée et la durabilité. En novembre 2011, les « états généraux de l'environnement et du développement durable » au Burkina Faso ont fortement recommandé l'élaboration d'une Politique Nationale de Développement Durable (PNDD) assortie d'une loi. Elaborée en 2013, la PNDD encadre efficacement la Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable (SCADD).

L'économie du Burkina Faso est depuis le départ basée sur le secteur primaire, secteur le plus exposé depuis plus de 40 ans aux effets de la variabilité du climat et considéré aujourd'hui comme le plus vulnérable aux changements du climat. C'est donc depuis les grandes sécheresses des années '70 que le gouvernement du Burkina Faso a pris en charge de façon spécifique les questions de changement climatique, à travers une action soutenue de lutte contre la désertification qui frappe durement le monde rural.

Dans le « secteur rural » (qui regroupe les domaines d'action des ministères en charge de l'agriculture, de l'hydraulique, de l'élevage et de l'environnement), les documents de stratégie ont pendant longtemps, et pour de multiples raisons, suscité un faible niveau d'adhésion de la part des partenaires, aussi bien extérieurs que nationaux et, sans caractère contraignant, ils n'ont pas connu le niveau de mise en œuvre escompté. Plusieurs de ces programmes et plans d'actions n'ont pas reçu de financements conséquents.

En 2012, le gouvernement a donc décidé d'élaborer un Programme National du Secteur Rural (PNSR) couvrant la période 2011-2015, pour traduire sa volonté de mettre en place un cadre unique de planification et de mise en œuvre de l'action publique en matière de **développement rural** afin d'assurer une meilleure coordination des interventions, tout en se dotant de la base programmatique sectorielle nécessaire au passage au budget programme.

Le PNSR s'est fixé un objectif à trois dimensions interdépendantes, à savoir : contribuer de manière durable à (i) la sécurité alimentaire et nutritionnelle, à (ii) une croissance économique forte et à (iii) la réduction de la pauvreté. **Il est donc le nouveau cadre d'opérationnalisation de la stratégie de développement rural (SDR) et du volet développement rural de la SCADD.** Conformément aux exigences du budget programme, le PNSR est structuré en 5 axes et 13 sous-programmes, eux-mêmes subdivisés en activités et actions.

En 2014, et dans le cadre du Programme National de Partenariat pour la Gestion Durable des Terres (CPP) soutenu par le GEF et le PNUD, le Burkina Faso a élaboré et validé un Cadre Stratégique d'Investissement en Gestion Durable des Terres (CSI-GDT). La vision en matière de GDT au Burkina Faso qui prend pour horizon de projection l'année 2025 est la suivante: **«des systèmes de production rurale durables qui, en prenant en compte les connaissances et les savoir-faire locaux, (i) préservent la fertilité des sols, (ii) augmentent la productivité végétale et animale par unité de surface exploitée et/ou par unité de volume d'eau consommée, (iii) améliorent le bien-être des populations vivant de la terre, (iv) restaurent et préservent l'intégrité et les fonctions des écosystèmes»**.

Considéré comme un Plan d'Actions du PNSR dans le domaine de la Gestion Durable des Ressources Naturelles (GDRN), le CSI-GDT prend appui sur l'ensemble des programmes et actions prévus dans le cadre du PNSR, financés ou à la recherche de financement. Il est décliné en 6 axes stratégiques et 27 priorités d'investissements :

- Axe 1 : Gestion durable de la fertilité des terres agricoles ;
- Axe 2 : Gestion durable de l'eau pour la production ;
- Axe 3 : Conservation des écosystèmes et gestion durable des ressources forestières, fauniques et halieutiques ;
- Axe 4 : Sécurisation et gestion durable des ressources pastorales ;
- Axe 5 : Economie d'énergie et promotion des Energies Nouvelles et Renouvelables ;
- Axe 6 : GDT et promotion du développement durable.

Les objectifs, les résultats et les produits attendus du CSI-GDT coïncident largement avec les thématiques du PNA classées prioritaires. Parce qu'il a défini des ambitions quantitatives pour le pays à l'horizon 2020 dans les secteurs de la GDRN ainsi que leurs coûts, le CSI-GDT a été considéré comme un plan d'action opérationnel en matière d'adaptation dans les secteurs de l'agriculture, de l'élevage, des forêts et de l'utilisation des terres (AFOLU), de la gestion de l'eau et de l'économie d'énergie domestique. A ce titre, les projets prioritaires du CSI-GDT constituent l'essentiel des actions de la composante adaptation de l'INDC du pays.

1.2.2 Politiques et stratégies liées aux changements climatiques

Le Burkina Faso a ratifié la CCNUCC et le protocole de Kyoto respectivement en septembre 1993 et en mars 2005. A ce jour, il a élaboré et adopté plusieurs documents de politiques et de stratégies relatifs aux changements climatiques, en réponse à certaines dispositions de ces protocoles. On peut, entre autres, citer:

- La Stratégie Nationale de mise en œuvre de la Convention sur les Changements Climatiques adoptée en novembre 2001 ;
- le Programme d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques (PANA) en 2007 ;
- l'élaboration d'un cadre NAMA (2016);
- le Plan National d'Adaptation (PNA, 2015).

Le rythme et l'ampleur des péjorations climatiques ont profondément éprouvé les capacités d'anticipation des autorités et d'adaptation des populations, notamment rurales. Toutes choses ayant pour conséquence l'exacerbation de la pauvreté en milieu rural amorcée par la crise économique internationale des années 1990.

La récurrence de la famine et le taux de malnutrition (10,2%), surtout en milieu rural, en tant que principale manifestation des effets des changements climatiques, place la question de la recherche d'une meilleure résilience des systèmes de production, d'approvisionnement et de gestion des produits alimentaires au cœur des politiques nationales.

Face donc à la dégradation des écosystèmes, à la récurrence des crises alimentaires et aux effets néfastes des changements climatiques sur l'environnement, les populations et le cheptel, le Gouvernement du Burkina Faso, avec l'appui du PNUD en tant qu'agence d'exécution du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM), a initié en 2005 la formulation de son Programme d'Action National d'Adaptation (PANA) à la variabilité et aux Changements Climatiques. Le PANA a été adopté au niveau national en novembre 2007. Par la suite, et sous le leadership du SP/CONEDD, trois projets d'adaptation ont été élaborés et exécutés entre 2008 et 2013, avec l'appui des Coopérations danoise et japonaise et celui du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM). Le PANA répondait ainsi à une situation urgente où l'adaptation visait principalement les plus vulnérables, notamment les populations rurales.

Afin de valoriser les acquis de la mise en œuvre des trois projets d'une part, de répondre aux préoccupations de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) et d'élargir le plan à toutes les parties prenantes du développement d'autre part, le Burkina a élaboré un Plan National d'Adaptation (PNA) qui est bâti autour des résultats de l'analyse de la vulnérabilité aux changements climatiques des secteurs prioritaires identifiés (agriculture, élevage, eau, forêts et écosystèmes naturels, énergie, infrastructures et habitat, santé...) et des scénarii des changements climatiques aux horizons 2025-2050.

1.3 Evaluations de la vulnérabilité dans le pays

1.3.1 La place de l'environnement dans l'économie du Burkina

Les études stratégiques conduites en 2011 par le SP-CONEDD (aujourd'hui CNDD) avec l'appui de l'Initiative Pauvreté-Environnement (IPE) révèlent que les ressources en terre (agricoles, pastorales et sylvicoles) constituent une composante clef de l'économie du Burkina Faso : en 2008, les secteurs liés aux ressources naturelles, renouvelables (eau, sols, forêts, pâturages) représentaient 39% du produit intérieur brut (PIB) du Burkina Faso, soit 1 439 milliard de francs CFA.

La valeur des intrants naturels de l'agriculture atteint 72,5 milliards de FCFA pour l'année 2008, soit 1,96% du PIB; cette valeur représentant la perte de production résultant de l'exploitation agricole de terres déjà dégradées. Il faut ainsi exploiter 3,37 hectares de terres dégradées pour obtenir la production d'un hectare de terres de bonne qualité.

La valeur des sols de parcours du bétail pour leur part est évaluée à 37 milliards de FCFA, soit 1% du PIB en 2008. Elle représente la somme totale que les éleveurs devraient investir pour nourrir le bétail en l'absence de terres de parcours pour le pâturage.

Ainsi, la dégradation de ce capital « terres » met en péril toute l'économie et partant la stabilité socio-politique. En effet, la dégradation des sols et des forêts et les inefficiences (c'est-à-dire les pertes évitables) dans l'utilisation de ces deux ressources naturelles, pour ne prendre qu'elles, représentaient en effet 4,7% du PIB en 2008, soit 174,8 milliards de F.CFA.

Au même moment, les coûts de remédiation (CR), c'est-à-dire les coûts nécessaires à l'évitement de la dégradation et des inefficiences représentaient quant à eux 2,2% du PIB, soit 2 fois moins que la valeur des dommages et des inefficiences.

Il est donc évident que les moyens d'existence et l'avenir économique de la grande majorité des Burkinabè repose encore, et pour plus d'une génération au moins, sur les ressources naturelles renouvelables. Et que leur gestion rationnelle apparaît comme une responsabilité incontournable pour tous les décideurs politiques et les individus à tous les niveaux. Gérer durablement les ressources en eau, en sols et les ressources biologiques dans un tel contexte veut dire tout simplement changer les modes de production et de consommation qui ont comme base (c'est-à-dire comme intrants ou produits) ces ressources naturelles renouvelables. Les défis à relever pour une gestion durable des terres sont donc étroitement liés à :

- **des changements profonds dans les modes de production rurale**, avec pour finalité **d'accroître la productivité des terres** ; car c'est la seule issue pour faire face à l'accroissement de la demande consommatrice d'une population sans cesse croissante. Cela veut dire une **intensification de tous les systèmes de production rurale** (agricole, pastorale et sylvicole) afin d'accroître les rendements par unité de surface exploitée et par unité de volume d'eau consommée ;
- **des changements profonds dans les modes de consommation** en général et en particulier dans la consommation **des ressources naturelles renouvelables comme l'eau en tant que facteur essentiel de la production agricole ou les ressources ligneuses** (bois et charbon de bois) qui demeurent à ce jour la principale source d'énergie domestique pour 87% des ménages du Burkina Faso. Cela signifie nécessairement **économiser les ressources existantes et/ou développer des ressources alternatives** en particulier dans des domaines comme l'irrigation, l'eau potable ou l'énergie.

1.3.2 Aperçu des évaluations de la vulnérabilité au Burkina Faso

La vulnérabilité désigne une série de circonstances prédominantes ou consécutives composées de facteurs physiques, socio-économiques, et/ou politiques, qui affectent négativement les aptitudes à faire face aux catastrophes. La vulnérabilité peut être d'ordre physique, social ou comportemental. La vulnérabilité désigne aussi la capacité de réponse de l'économie ou de la société pendant et après la survenue d'une catastrophe. De façon analytique, elle mesure la capacité d'une personne ou d'une communauté à anticiper, répondre, se réhabiliter lorsque surviennent des événements graves comme les catastrophes naturelles ou les crises humanitaires, ou lorsque viennent à changer profondément les conditions et cadre de vie (PNA-Burkina Faso, mars 2015).

En relation avec les changements climatiques, le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC, 2007) définit la vulnérabilité comme « *le degré auquel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur et du rythme des changements climatiques auxquels un système est exposé, ainsi que de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation* ».

Les études sur l'évaluation de la vulnérabilité et des capacités d'adaptation à la variabilité et aux changements climatiques ont mis en évidence, d'une part, les quatre secteurs clefs les plus vulnérables que sont l'agriculture, les ressources en eau, les ressources animales, la foresterie/biodiversité et, d'autre part, les groupes les plus vulnérables qui se retrouvent parmi les populations rurales pauvres (femmes, jeunes, petits producteurs agricoles) (PNA-BF, 2015).

L'analyse de la vulnérabilité par secteur prioritaire à partir des enquêtes menées sur 60 villages étayés par des documents bibliographiques et du jugement d'experts est présentée au tableau suivant :

Tableau 1 : Analyse de la vulnérabilité des secteurs d'exposition au Burkina Faso

Ressource/ secteur	Degré de l'impact	Durée de l'impact	Sévérité de l'impact	Importance de la ressource/secteur
Eau	Elevé	Elevé	Elevé	Très élevé
Agriculture	Elevé	Elevé	Elevé	Très élevée
Elevage	Elevé à moyen	Elevé à moyen	Elevé à moyen	Elevé
Foresterie/biodiversité	Elevé à moyen	Elevé à moyen	Elevé à moyen	Elevé

Source : PNA, 2015, citant MECV, 2007

1.3.2.1 L'agriculture

Selon les données d'évaluation, la position géographique du Burkina Faso, au centre de la zone soudano sahélienne de l'Afrique de l'Ouest, l'expose particulièrement aux effets néfastes de la variabilité et des changements climatiques. En effet, le Burkina Faso se situe dans la zone où l'épuisement moyen annuel des terres agricoles est de 51 à 100 kg/ha de $N + P_2O_5 + K_2O$ (FAO 1985¹).

Il ressort de cette analyse que les secteurs de l'agriculture et de l'eau, étroitement liés et représentant les plus durement touchés par les changements climatiques, sont les plus vulnérables : l'agriculture sera toujours un secteur économique très vulnérable aux changements climatiques. Les producteurs agricoles des zones rurales, les femmes et les enfants sont les groupes les plus exposés et des politiques volontaristes doivent être initiées en leur faveur.

Selon les résultats de ces analyses, la baisse de la pluviométrie combinée avec la hausse de la température induira une baisse du rendement du mil (qui est une culture rustique) dans les sols à réserve en eau faible dans la zone sahélienne. En zone soudanienne, les rendements du mil, sorgho et maïs cultivé sur sol profond auront une tendance à la hausse du fait de la légère amélioration prévue de la pluviométrie du mois de juin et qui sera profitable à la réussite des semis. Par contre, dans cette même région et sur les sols à faible réserve en eau utile, les rendements du maïs pourraient fortement régresser du fait du déficit hydrique des mois de juillet, août et septembre.

1.3.2.2 Les ressources en eau

Les effets de la variabilité et des changements climatiques sur les ressources en eau au Burkina Faso se ressentent à travers la pluviométrie et la température. La pluviométrie, induite par l'évapotranspiration, alimente les cours d'eau, pénètre dans le sous-sol et le flux d'eau s'écoule dans les aquifères qui se rapportent obligatoirement à une zone identifiable par les caractéristiques spatiales et temporelles appelée bassin versant hydrologique dont les limites sont déterminées par les lignes de crêtes.

Les projections issues des études du LAME indiquent une diminution du volume d'eau annuel dans deux des quatre bassins versants du pays et une augmentation dans les deux autres bassins. Selon la même étude, les volumes d'eau connaîtront en 2050 une nette diminution par

¹ PNA sectoriel Agriculture

rapport à la normale 1961-1990 sur l'ensemble des bassins hydrologiques du Burkina Faso. On observera en particulier une baisse de 68,9% pour la Comoé, de 73% pour le Mouhoun, de 29,9% pour le Nakanbé et de 41,4% pour le Niger (PNA, 2015).

La vulnérabilité des ressources en eau se ressent également au niveau des aquifères. Ainsi, la vulnérabilité des eaux souterraines se présente sous forme de baisse des niveaux piézométriques, des eaux de sub-surface (exploité par les puits à grand diamètre), des bas-fonds et zones humides, des eaux profondes de certains aquifères dont d'alimentation est liée à l'infiltration efficace et interstitielle, l'assèchement des sources naturelles ou réduction très remarquable de leurs débits.

La réduction de la pluviosité, l'évaporation, l'évapotranspiration, les écoulements et les infiltrations, l'érosion et la sédimentation sont des facteurs naturels de rareté de la ressource en eau au Burkina-Faso. Cette rareté va fortement influencer sur la vulnérabilité des autres secteurs d'importance pour le développement du Burkina Faso face aux changements climatiques que sont : agriculture, élevage, environnement, énergie, santé, infrastructures et habitat.

1.3.2.3 L'élevage et les productions animales

L'analyse de la sensibilité aux risques climatiques indique que la zone sahélienne est la plus exposée dans le domaine de l'élevage en termes de moyens et modes d'existence. Pour les ressources pastorales, les écarts de sensibilité aux risques climatiques semblent être non significatifs entre les différentes zones. Par conséquent, les pâturages pourront être soumis au même risque climatique et pourraient être un obstacle à la pratique pastorale visant à valoriser les complémentarités régionales.

Mais, il est observé que **l'activité d'élevage a plus de chance d'être moins soumise aux effets de la sévérité climatique dans la zone sud-soudanienne** (Sud-ouest). Cette zone connaîtra probablement une forte intégration de l'activité d'élevage du fait qu'il pourrait s'opérer une mutation dans la pratique du système agraire par simple transfert de l'activité d'embouche paysanne dans les exploitations agricoles

1.3.2.4 L'environnement et les ressources naturelles

D'une manière générale, les risques déterminants et dominants semblent plus liés à des facteurs non climatiques pour ce secteur. **Malgré une stabilisation voire une amélioration des cumuls pluviométriques, les productions primaires déclinent d'année en année comme le montrent les études réalisées par le LAME**, (2012). Ces risques, interagiraient avec des risques climatiques (baisse des précipitations) et compromettraient très gravement les productions primaires et les réseaux trophiques qui y trouvent leur fondement.

En termes de vulnérabilité, **l'évapotranspiration est le facteur climatique stimulant principal** (tendance stable à haussière) **qui vient renforcer les risques et compromettre la durabilité du développement des écosystèmes et des services** qu'ils peuvent rendre aux communautés humaines.

La déforestation due à la production de bois-énergie et de charbon de bois ainsi que la surexploitation des produits forestiers non ligneux (PFNL) dans un contexte de changements climatiques sont des facteurs de dégradations des ressources végétales. Les conséquences en

sont critiques pour les femmes qui, face à la contrainte d'accès au combustible, ne trouvent plus aussi d'opportunités commerciales avec la vente des produits tirés de la forêt, d'où l'amenuisement des entrées pécuniaires. Cela contribue certainement à les rendre particulièrement vulnérables économiquement.

Selon les études du LAME, dans le domaine de la foresterie, les estimations montrent qu'aux horizons temporels retenus, le potentiel de biomasse serait en nette régression, passant près de 200 millions m³ en 1999 à seulement un peu plus de 110 millions m³ en 2050 (PANA, 2015).

1.3.2.5 Le secteur de l'énergie

Selon l'étude d' « *Analyse de vulnérabilité multisectorielle en vue de la formulation d'une stratégie nationale d'Adaptation aux Changements Climatiques à moyen et à long terme à l'horizon de 2025 et 2050 du Burkina Faso* », du Millenium Institute (2012), les autres secteurs de l'économie (agriculture, élevage, santé, environnement, infrastructures et habitat etc.) mettent aussi de la pression sur le secteur de l'énergie qui devient un secteur important pour les politiques d'adaptation aux changements climatiques. Ces prévisions pourraient affecter le secteur énergétique à travers :

- la baisse des ressources ligneuses
- la diminution de la production hydroélectrique et de la production thermique
- l'augmentation de la consommation d'hydrocarbures et de l'électricité
- des dommages récurrents sur les installations de transport et de distribution d'énergie

1.3.2.6 Le secteur de la Santé

Pour ce qui concerne la vulnérabilité aux changements climatiques du secteur de la santé, on relève principalement les incidences de certaines maladies climato-sensibles en rapport avec les événements météorologiques : le paludisme et la méningite notamment.

1.3.2.7 Les infrastructures et l'habitat

On retient que les changements climatiques soulèvent des enjeux importants pour plusieurs infrastructures, puisque leur conception est basée sur une analyse des données climatiques historiques, un modèle dont la pertinence est remise en question dans un contexte où les conditions climatiques évoluent.

L'enjeu est d'autant plus grand que la durée de vie prévue des infrastructures dépasse souvent plusieurs décennies, les exposant ainsi à des conditions climatiques différentes de celles pour lesquelles elles ont été conçues.

1.3.3 *Les priorités d'adaptation*

Comme indiqué au chapitre 1.3.2, les quatre secteurs clefs les plus vulnérables de l'économie burkinabè sont l'agriculture, les ressources en eau, les ressources animales, la foresterie/biodiversité ; tandis que les groupes les plus vulnérables se retrouvent au sein des populations rurales pauvres : femmes, jeunes, petits producteurs agricoles. Les priorités d'adaptation définies par le Plan National d'Adaptation concernent donc ces secteurs et son déclinées comme suit :

1.3.3.1 Dans le secteur de l'agriculture et de l'eau

Les besoins d'adaptation à long terme incluent des options telles que l'amélioration des systèmes de gestion des ressources en eau, l'adoption de nouvelles technologies, le renforcement des capacités des acteurs et la diversification vers d'autres secteurs économiques. Les domaines prioritaires d'adaptation en agriculture portent notamment sur :

- ✓ la lutte contre la dégradation des sols et la restauration de leur fertilité, par la récupération des terres dégradées et la gestion durable des terres (GDT) ;
- ✓ l'amélioration de la productivité agricole, intégrant l'intensification des systèmes de production, l'utilisation de matériel végétal adapté (semences à cycle court), l'amélioration de la sécurité foncière et la promotion de systèmes d'irrigation économes en eau.

1.3.3.2 Dans le secteur de l'élevage et des productions animales

Les priorités d'adaptation portent sur :

- le renforcement de la préparation des réponses rapides face aux effets des changements climatiques ;
- le renforcement des capacités de résilience des ménages pauvres face aux changements climatiques ;
- la dynamisation des moyens d'existence dans les zones de production pastorale.

1.3.3.3 Dans le secteur de la foresterie et de la biodiversité

Les priorités d'adaptation à moyen et long terme définies par le PNA concernent les domaines suivants, avec les actions prioritaires ci-après :

- L'amélioration de la productivité et de la résilience des écosystèmes :
 - ✓ accroître la production de biomasse des forêts et promouvoir les technologies nouvelles dans la filière bois-énergie ;
 - ✓ améliorer la gestion durable des terres ;
 - ✓ appliquer les bonnes pratiques de pêche et d'aquaculture.
- La conservation de la biodiversité :
 - ✓ améliorer la biodiversité (forêt, faune, etc.) et la préserver des risques liés aux changements climatiques
- La recherche et le suivi écologique :
 - ✓ mettre en place un dispositif permanent et fonctionnel de recherche-développement sur l'adaptation aux changements climatiques ;
 - ✓ assurer le suivi permanent des impacts des changements climatiques sur les écosystèmes naturels.
- L'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (GES) :
 - ✓ mettre en place des mesures de réduction des pollutions en milieu urbain ;
 - ✓ mettre en place l'observatoire national de l'environnement et des risques naturels.

1.4 Sélection des secteurs

1.4.1 Aperçu des changements climatiques attendus et leurs Impacts dans les secteurs vulnérables aux changements climatiques

C'est dans le cadre de l'élaboration du Plan National d'Adaptation (PNA) que les analyses les plus avancées en lien avec les changements climatiques ont été réalisées à l'échelle du Burkina Faso, notamment par le Laboratoire d'analyses mathématiques et des équations (LAME) de l'Université de Ouagadougou. Ces analyses se sont appuyées sur trois stations synoptiques représentatives des trois zones climatiques du Burkina Faso :

- Dori pour la zone sahélienne (14.03° N, 0.03° W ; altitude 276 m).
- Ouagadougou pour la zone soudano-sahélienne (12.35° N, 1.52° W ; altitude 306 m).
- Bobo-Dioulasso pour la zone soudanienne (11.17° N, 4.32° W ; altitude 460 m).

Pour chacune de ces stations, l'analyse a considéré, d'une part, les données historiques observées, et d'autre part celles (i) des projections de cinq Modèles Climatiques Régionaux (CRCMs) du programme AMMA (Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine) suivant un scénario A1B et (ii) des projections de neuf Modèles Climatiques Globaux (GCMs) par l'UCT (University of Cape Town) suivant deux scénarios A2 et B1 (cf. tableau 2).

Tableau 2: Scénarios considérés pour les projections climatiques

Désignation du scénario	Description du scénario
Scénario A2	Le scénario A2 est le plus pessimiste des scénarios simule la situation sans aucune mesure de restriction des émissions de gaz à effet de serre. Dans ce scénario la concentration en CO ₂ en 2100 est de 840 ppm. Période 2046 à 2065, puis 2081 à 2100.
Scénario B1	Le scénario B1 est plus optimiste, avec une concentration en CO ₂ en 2100 de 550 ppm. Période 2046 à 2065, puis 2081 à 2100.
Scénario A1B	Dans le scénario A1B, scénario intermédiaire, la concentration en CO ₂ en 2100 est de 770 ppm. Période 2021 à 2050

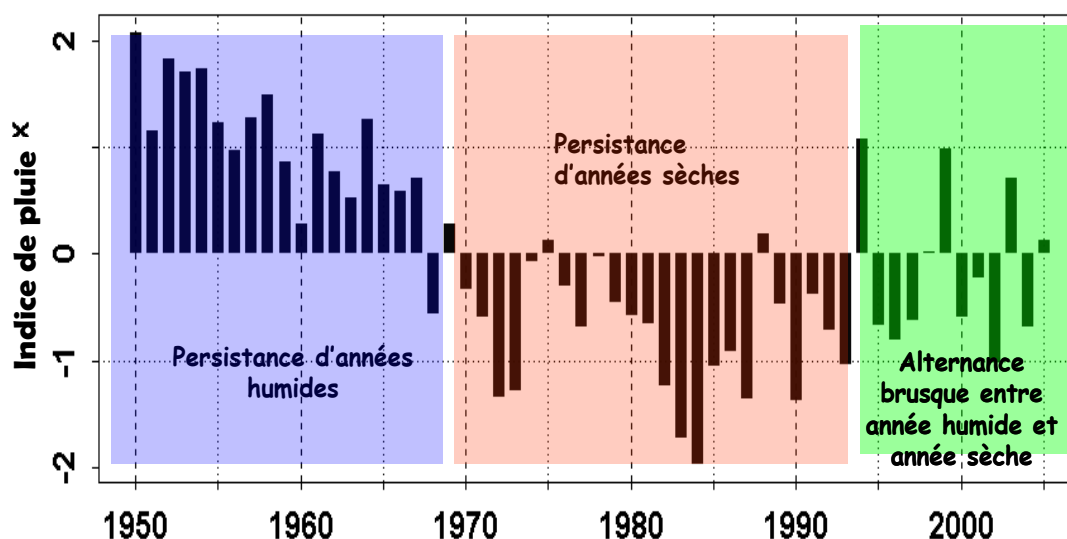
Source : LAME, 2012 (Extrait de PNA, mars 2015)

Les données considérées pour les projections climatiques concernent les précipitations (annuelles et de Juillet, Août et Septembre), les températures et les évapotranspirations.

Observations et projection des précipitations

Au cours des 60 dernières années, les manifestations des changements climatiques sont une réalité tangible au Burkina Faso comme dans les autres pays du Sahel, telle que le montre l'évolution de l'indice pluviométrique établi par le Centre Régional Agrhymet (CRA) entre 1950 et 2005 (figure 1). Ainsi, la période 1950 à 2005 a été caractérisée par

- Une persistance d'années humides de 1950 à 1970;
- Une persistance d'années sèches de 1970 à 1990 ;
- Une alternance brusque d'années humides et sèches à partir de 1990.



Source : Centre régional AGRHYMET, Niamey (Niger)/ PNA-BF, 2015

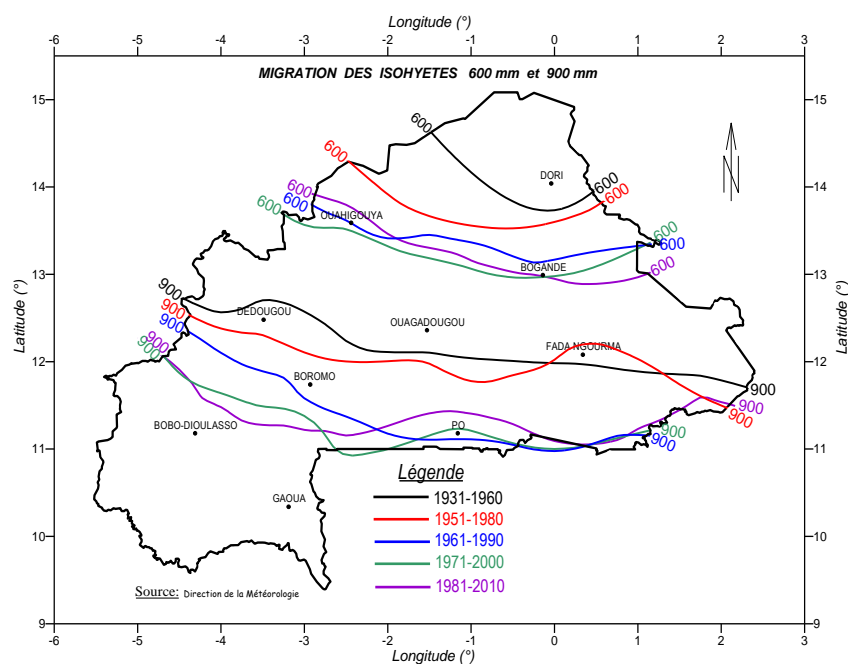
Figure 1 : Evolution de l'indice pluviométrique dans les pays sahéliens de 1950 à 2005

L'analyse spécifique réalisée par la Direction nationale de la météorologie du Burkina indique pour sa part qu'au cours du XXe siècle, on a observé :

- une tendance à la baisse du cumul pluviométrique annuel sur l'ensemble du pays ;
- une tendance à la baisse de l'indice sur le nombre de jours de pluie ;
- une tendance à la hausse du nombre de jours consécutifs sans pluie (de 46 à 57 jours par décennie dans les localités comme Dédougou, Farakoba et Ouahigouya) (PNA, 2015).

La tendance des précipitations dans les trois zones climatiques du pays est à la baisse dans les stations météorologiques de référence de Dori (zone sahélienne), de Ouagadougou (zone soudano-sahélienne) et de Bobo-Dioulasso (zone soudanienne) sur la période 1960-2011. Ainsi, une analyse des cumuls pluviométriques au pas de trente ans (valeurs normales) indique que les isohyètes 600 et 900 mm ont migré du Nord vers le Sud de 100 à 150 km environ entre 1930 à 2010 (cf. figure 2)

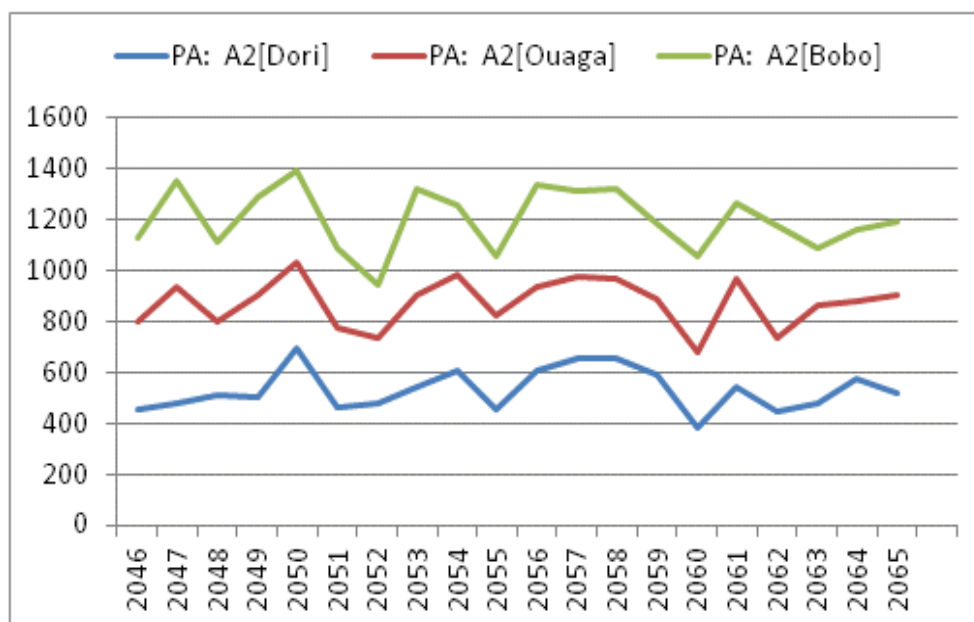
Toutefois, une analyse plus fine faite au pas décennal (tous les 10 ans) sur la période 2001 à 2010 indique que les même isohyètes sont « remontées » (vers le Nord) d'environ 50 km durant, spécifiquement dans les régions Sud, Centre-Sud et Nord-Ouest du pays.



Source : PNA, 2015

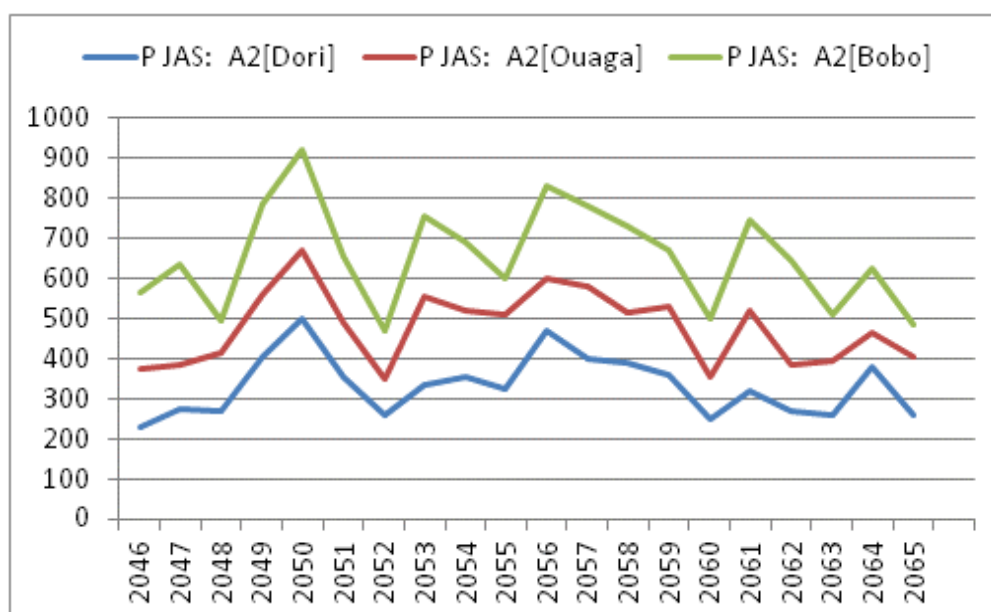
Figure 2 : Migration des isohyètes 600 et 900 mm entre 1930 et 2010

En ce qui concerne les projections climatiques, les résultats des analyses du LAME donnent les tendances suivantes du scénario A2 (scénario pessimiste) pour les précipitations annuelles (PA) et pour celles de juillet-août-septembre (PJAS) (Figures 3 et 4).



Source : LAME, 2012/ PNA 2015

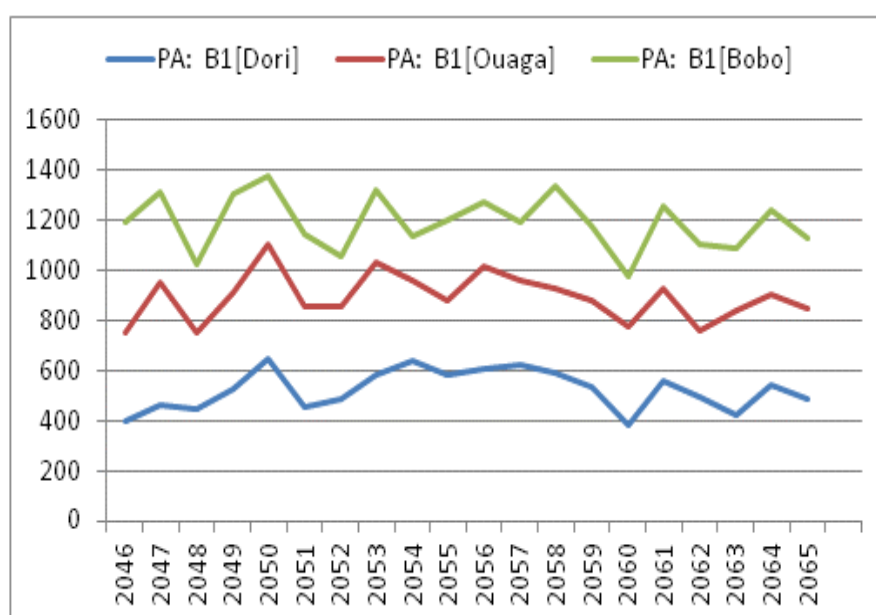
Figure 3: Tendances des Précipitations annuelles, scénario A2, 2046-2065



Source : LAME, 2012/ PNA 2015

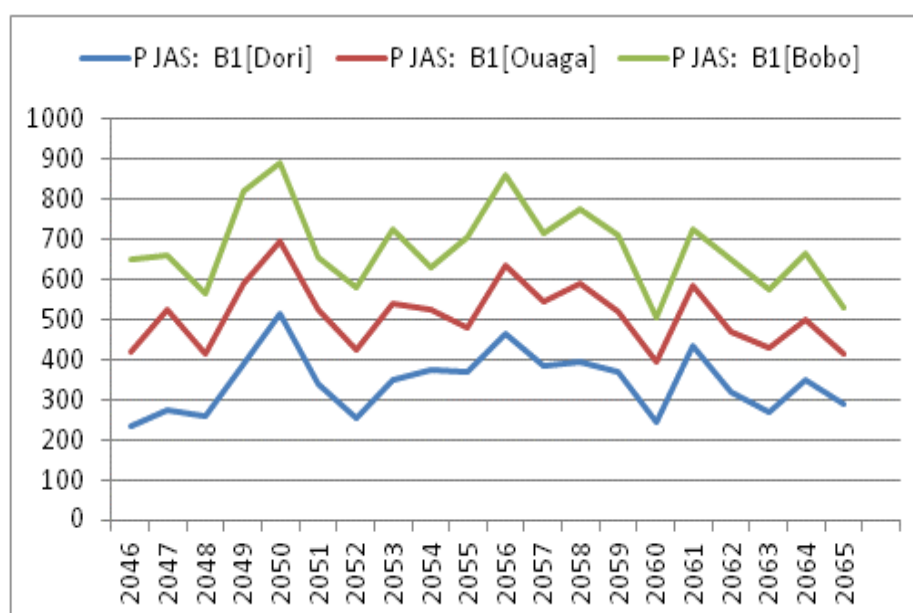
Figure 4: Tendances des PJA scénario A2, 2046-2065

Les tendances pour le scénario B1 (scénario optimiste) des précipitations annuelles (PA) et celles de juillet-août-septembre (PJA) quant à elles donnent (figures 5 et 6).



Source : LAME, 2012/ PNA 2015

Figure 5: Tendances des Précipitations annuelles, scénario B1, 2046-2065



Source : LAME, 2012/ PNA 2015

Figure 6 : Tendances des PJAS scénario B1, 2046-2065

Dans ces deux scénarios, et pour les trois stations étudiées, les tendances de la PA et de la PJAS pour la période 2046-2065 seraient donc stables ou à la baisse. Mais comparées à la situation de référence (1981-2010), les quantités de précipitations seront plus importantes selon A2 (scénario optimiste), et moins importantes selon B1 (scénario pessimiste).

Observations et projections des températures

L'observation sur le long terme des températures extrêmes indique globalement une tendance à la hausse des jours chauds et des nuits chaudes à l'exception des régions du Sud-Ouest. L'analyse plus fine révèle une tendance générale à la hausse des températures extrêmes annuelles (minimales et maximales), aussi bien dans la zone soudanienne que dans la zone sahélienne (Tableau 3). Cependant, cette hausse est plus marquée pour les températures minimales que pour les températures maximales.

Tableau 3 : Evolution des températures extrêmes (période 1960-2011)

Localités	Variation T° minimales annuelles	Variation T° maximales annuelles
Dori. Zone sahélienne (14.03° N, 0.03° W)	+0.8 °C	+0.3 °C
Ouagadougou. Zone soudano-sahélienne (12.35° N, 1.52° W)	+0.8 °C	+0.5 °C
Bobo Dioulasso Zone soudanienne (11.17° N, 4.32° W)	+0.6 °C	+0.7 °C

Source : LAME, 2012/ PANA 2015

En ce qui concerne les projections, tous les scénarios donnent une hausse des températures du même ordre à 0,5°C près, pour toutes les stations étudiées, et à 1°C près pour les scénarios examinés (Tableau 4).

Tableau 4 : Projections des températures

Evolution des températures	Bobo Dioulasso	Ouagadougou
Hausse (maxima et minima) A2 : 2046-2065	de 1,5 à 3,5 °C Moy. de 2,5 °C	de 2 à 3 °C Moy. de 2,5 °C
Hausse (maxima et minima) B1 : 2046-2065	de 1 à 3 °C Moy. de 2 °C	de 1 à 2,5 °C Moy. de 2 °C
Hausse (maxima et minima) A1B : 2021-2050	1 à 1,8 °C Moy. de 1,5 °C	de 1,7 à 2 °C

Source : LAME, 2012 (extraits de PNA, 2015)

En considérant les paramètres ci-dessus, l'analyse a abouti aux constats suivants :

- un risque faible d'avoir moins de pluie ;
- un risque d'extension de la saison des pluies par le début et vers la fin, avec moins de pluie en juillet-août et plus de pluie en septembre et octobre ;
- un risque de renforcement de la variabilité d'une année à l'autre ;
- des risques de pluies diluviennes plus fréquentes et les durées de poches de sécheresse ayant une plus forte variabilité en début et fin de saison ;
- un risque de hausse des températures maximales et minimales pouvant aller de +2,5°C à +5°C ;
- un risque de hausse significative de l'évapotranspiration potentielle (ETP) mensuelle de 2 à 10mm.

Les conséquences (impacts) prévisibles de tels constats seraient que :

- la forte variabilité de la pluie d'une année sur l'autre et la hausse de l'évapotranspiration potentielle (ETP) feront peser des risques certains sur le bon déroulement du cycle de croissance des cultures pluviales ;
- des inondations plus fréquentes et plus graves sont à craindre, avec leurs effets destructeurs sur les infrastructures et l'habitat précaire, les pertes de récoltes et la destruction de la biodiversité dans les bas-fonds, ainsi que la recrudescence de maladies hydriques telles que le choléra et autres maladies parasitaires;
- l'augmentation de l'ETP, conjuguée aux activités anthropiques, devrait accélérer la dégradation du couvert végétal, ce qui diminuera la recharge de la nappe phréatique par infiltration. Par ailleurs, les eaux de surface seront soumises à une plus forte évaporation², et les cours d'eau pérennes auront tendance à disparaître avec leurs forêts galeries;
- la capacité de régénération et la productivité des formations forestières ne devraient plus arriver à compenser les prélèvements de bois pour des besoins en énergie et de construction;
- la raréfaction des pâturages et des étendues d'eau d'abreuvement devrait contraindre les activités pastorales à migrer de plus en plus loin vers le Sud et à s'y installer ;
- l'allongement de la saison des pluies aura pour conséquence d'augmenter la période de prolifération des vecteurs du paludisme, et de réduire la période sèche propice à la méningite ; par contre la période sèche sera marquée par la hausse sensible des températures ;

²On retiendra qu'à l'heure actuelle l'évaporation fait perdre annuellement plus de 60% des réserves d'eau stockée dans les barrages

- 7) la consommation d'énergie électrique pour les besoins de climatisation devrait connaître une augmentation supplémentaire de 25% à 50% du seul fait de l'augmentation de la température ; toutes choses qui compliqueront davantage la gestion de la production pendant les périodes de canicule.

Le LAME a par ailleurs réalisé plusieurs études spécifiques couvrant l'agriculture, l'élevage, l'environnement, la santé, les ressources en eau, les infrastructures et l'énergie. Ces études ont été synthétisées dans le cadre du PNA dans un volume unique auquel on pourra se référer.

En guise de conclusion, on retiendrait de toutes ces analyses que :

- les projections selon les deux scénarios d'analyse font ressortir une extrême variabilité de la distribution des précipitations, une baisse relative des précipitations de Juillet-Aout-Septembre et un rallongement des saisons pluvieuses. Cela correspondrait à un éparpillement des précipitations et donc à une baisse de leur efficacité ;
- même pour le scénario optimiste, l'augmentation des précipitations et la hausse des fréquences des extrêmes pluviométriques signifieraient un éparpillement des autres jours pluvieux. *En outre, la récurrence des longues séquences sèches en hivernage deviendrait compromettante pour les cultures sensibles comme le maïs, le riz et les légumineuses. Cette situation devrait accroître, inévitablement, la part irriguée et semi irriguée de l'agriculture. Ce qui rendra indispensable un suivi rigoureux des bilans hydriques saisonniers.*

1.4.2 Processus et résultats de la sélection des secteurs

Comme indiqué plus haut (cf. 1.2.2), le Burkina Faso a élaboré et mis en œuvre dès 2007 un Programme d'Action National d'Adaptation aux changements et à la variabilité climatiques (PANA), un programme d'urgence qui proposait des actions d'adaptation à court terme jusqu'à 2015. Ce document stratégique d'adaptation aux changements climatiques s'est voulu un outil opérationnel pour répondre aux besoins urgents et immédiats des populations vulnérables. Il était basé d'une part, sur des connaissances traditionnelles des populations visant à se prémunir contre les effets de ce problème écologique mondial et d'autre part sur des technologies plus productives et respectueuses de l'environnement. Le processus de son élaboration a favorisé une approche participative prenant en compte l'aspect Genre, la synergie et la complémentarité avec les actions en cours ou programmées ainsi que la cohérence avec les politiques, stratégies et plans du pays.

Trois secteurs prioritaires ont été identifiés comme étant très sensibles sur les plans environnemental, économique et socio-culturel en cas de changements climatiques: **l'agriculture, la foresterie et les ressources en eau.**

Tirant leçon de la mise en œuvre et des résultats des projets pilotes du PANA, et à la suite de celui-ci, le Burkina Faso s'est doté d'un Plan National d'Adaptation pour la période 2015-2025 (PNA), qui propose des actions intégrées à plus long terme à travers dix secteurs ou domaines de développement jugés les plus vulnérables aux changements climatiques (cf. 1.3)

Pour chaque secteur ou domaine du développement (parmi lesquels ceux de l'agriculture, la foresterie et les ressources en eau), il a été établi de façon précise et détaillée (i) la vulnérabilité structurelle, (ii) les domaines prioritaires d'adaptation, (iii) les mesures d'adaptation à court, moyen et long terme, (iv) un plan d'action d'adaptation sur cinq ans, (v) le coût, par secteur, des mesures d'adaptation pour une période allant de 1 à 15 ans.

1.4.3 Conception et contenu des «secteurs» dans le processus EBT

Le processus de sélection des **secteurs** dans le cadre de l'Evaluation des Besoins Technologiques (EBT) s'est donc basé sur les analyses précédentes réalisées dans le cadre du PNA ; ce qui a permis de retenir les secteurs de **l'agriculture** et de **la foresterie** comme les deux secteurs prioritaires en matière **d'adaptation**.

Pour la suite du processus, et en particulier l'identification puis la priorisation des technologies d'adaptation, il convient de préciser les contours exacts de ces deux « secteurs » au regard des caractéristiques des systèmes ruraux de production en vigueur au Burkina Faso.

En effet, les systèmes de production agro-sylvo-pastoraux au Burkina et au Sahel en général sont pour l'essentiel encore extensifs ; ils bénéficient de peu ou pas d'intrants extérieurs. Les transferts (mal quantifiés) d'éléments nutritifs de la brousse vers les champs, sous forme de biomasse brute (résidus de récolte, paille et mulch) ou transformée (fumier, compost, cendres domestiques...) auraient pu constituer une voie d'intensification accessible aux populations rurales pauvres. Malheureusement, en mettant en balance le niveau de production primaire des espaces sylvo-pastoraux (la brousse) et les exportations minérales des terres agricoles (résidus culturels, érosion, lixiviation), le bilan actuel est très déséquilibré : au centre-nord du pays par exemple, les besoins en matière organique (mo) pour maintenir la fertilité des terres cultivées sont estimés à 3 tonnes/ha/an, pour des apports de 1,5 tonnes (F. Hien, 1995). Il faudrait donc 5 à 6 ha de formations naturelles pour maintenir la fertilité de 1 ha de champ.

On retiendra donc que l'agriculture durable dans un tel contexte, ce sont d'abord des sols productifs et non dégradés ; c'est ensuite de l'eau de pluie ou d'irrigation dont la gestion est adaptée à de faibles ressources disponibles, avant d'être de la production végétale.

C'est pourquoi le «secteur» de **l'agriculture** dans ce contexte ne peut qu'englober, au-delà des productions végétales, la gestion de l'eau d'irrigation mais aussi l'élevage dont le rôle dans le recyclage des éléments nutritifs entre les champs et la « brousse » reste déterminant pour le niveau d'intensification et la productivité des systèmes agraires sahéliens ;

Quant au « secteur de la **foresterie** », on retiendra que **les bonnes pratiques forestières** incluent la coupe sélective du bois de feu, la régénération naturelle assistée, le défrichement contrôlé, la protection des berges des cours et plans d'eau et la pratique de différentes formes d'agroforesterie pour une gestion durable des ressources naturelles. Le **secteur de la foresterie** dans le présent processus englobe donc l'ensemble des actions de reforestation, d'aménagement et de gestion de forêts naturelles et autres aires de conservation, d'économie du bois-énergie, notamment par l'utilisation de foyers améliorés.

Chapitre 2. Arrangement institutionnel pour l'EBT et la participation des parties prenantes

Pour la prise en charge et le suivi des questions des changements climatiques, le Burkina Faso a responsabilisé le Ministère chargé de l'Environnement, créé en 1976 au lendemain des grandes sécheresses qui ont frappé le Sahel Ouest-Africain.

En 1992, dans le cadre de la mise en œuvre du Plan d'Action National pour l'Environnement (PANE), le Burkina Faso a mis en place un outil de gouvernance environnementale, le Comité Interministériel Technique de Coordination du PANE (CITC/PANE). Celui-ci sera mué en Conseil National pour la Gestion de l'Environnement (CONAGESE) en 1998, puis en Conseil National

pour l'Environnement et le Développement Durable (CONEDD) en 2002³. Le CONEDD est une structure de mission dotée de la personnalité morale et de l'autonomie financière, placée sous la tutelle technique du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable.

Sa mission globale est de faciliter l'intégration effective des principes fondamentaux de gestion environnementale dans les politiques nationales et sectorielles de développement en vue de promouvoir le développement durable.

Le CONEDD est structuré en trois organes que sont :

- ✓ la Conférence du CONEDD,
- ✓ le Secrétariat Permanent,
- ✓ les Commissions Spécialisées dont l'une traite des changements climatiques.

Le CONEDD a évolué au fil du temps pour se conformer aux recommandations des Nations Unies ainsi qu'aux préoccupations nationales en matière d'environnement et de développement durable, à l'effet d'impulser une dynamique interne pour accompagner le Gouvernement à promouvoir un développement humain durable.

Les conventions majeures du moment, dont la CCNUCC, sont coordonnées au sein du SP/CONEDD (aujourd'hui CNDD), afin de faciliter une synergie d'actions et une cohérence des interventions.

Concernant spécifiquement les changements climatiques, le Burkina a mis en place le Comité interministériel pour la Mise en œuvre des Actions de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CIMAC). Ce comité a été pleinement impliqué dans l'élaboration de la Communication Nationale Initiale sur les changements climatiques. Au sein du SP-CONEDD, les questions relatives aux changements climatiques sont coordonnées par la Division du Partenariat et de la Coordination des Conventions Internationales en matière d'Environnement (DPCIE). C'est donc cette Division qui anime le dispositif institutionnel national de mise en œuvre du projet EBT.

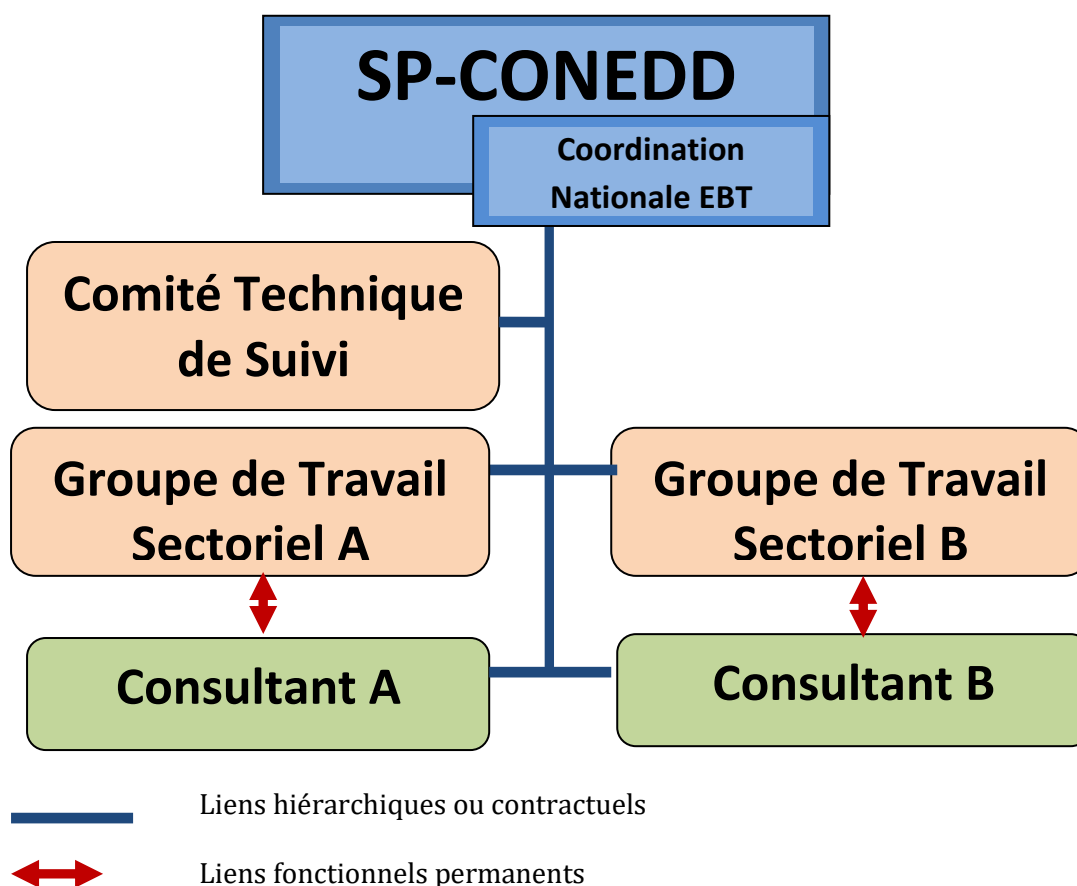
2.1 L'équipe Nationale EBT

Le Projet « Evaluation des Besoins Technologiques du Burkina Faso pour l'adaptation et l'atténuation en rapport avec les changements climatiques » (EBT) est mis en œuvre à travers le SP-CONEDD. Il est logé au sein de la Division du Partenariat et de la Coordination des Conventions Internationales en matière d'Environnement (DPCIE).

Le dispositif institutionnel de mise en œuvre du projet EBT est constitué de :

- ✓ Une Coordination Nationale du projet animée par un Coordonnateur National
- ✓ L'Équipe Nationale EBT
- ✓ Une équipe de deux consultants : l'un en adaptation et l'autre en atténuation

³En 2014, en lieu et place du CONEDD, il a été créé un Conseil National pour le Développement Durable (CNDD) par la Loi N° 008-2014/AN portant **loi d'orientation sur le développement durable au Burkina Faso**. L'opérationnalisation du CNDD reste cependant soumise à la prise de textes d'application de ladite Loi



L'Equipe Nationale EBT est constitué de deux groupes de parties prenantes : un groupe de base de participants directs et un groupe élargi de parties concernées et intéressées. Sur la base des activités nécessitant une contribution directe et détaillée de ces deux groupes, on distingue :

- a. un **groupe de base** qui traitera les questions de fond du processus EBT, comme la gestion, l'évaluation des ressources, les coûts technologiques et la préparation des rapports et des autres documents. **C'est le Comité Technique de Suivi (CTS)**. Composé de 15 membres et présidé par le SP/CONEDD, il a pour missions essentielles :
 - ✓ l'identification des priorités nationales et sectorielles en matière de transfert de technologies ;
 - ✓ l'appropriation des technologies pour l'atténuation et l'adaptation recommandées par les groupes de travail sectoriels ;
 - ✓ l'approbation des Plans d'Actions Technologiques Sectoriels et du Plan d'Action Technologique National en matière de transfert de technologies dans les domaines de l'atténuation et de l'adaptation en rapport avec les changements climatiques ;
- b. un **groupe élargi de parties concernées et intéressées** qui participera aux activités de consultation et d'engagement, notamment les ateliers, les auditions publiques et les documents de consultation. Ces acteurs forment **les groupes de travail sectoriels (GTS)** dont la mission est d'apporter l'expertise technique pour la hiérarchisation des technologies, l'analyse des barrières et la définition des cadres propices pour la promotion/diffusion des différentes technologies. Deux groupes de travail sectoriels sont mis en place, l'un pour les secteurs d'atténuation (Energie et transport) et l'autre pour les secteurs d'adaptation (Agriculture et Foresterie). Ce dernier groupe est composé de 16 membres représentant les

départements ministériels concernés, les institutions de recherche scientifique, des projets et programmes de développement dans les deux secteurs ainsi que des ONG internationales...

La composition détaillée de l'Equipe Nationale EBT est portée en annexe.....

2.2 Le processus d'implication des parties prenantes dans l'EBT – Aperçu global

Les expériences et les meilleures pratiques obtenues lors de la première série d'évaluations des besoins technologiques appellent à un engagement actif d'une communauté organisée de parties prenantes tout au long de la période de démarrage et de mise en œuvre.

Le processus d'organisation des parties prenantes, piloté par le coordinateur national du projet a été marqué par quatre principes ou étapes:

2.2.1 Identification et création d'un réseau de parties prenantes

Les parties prenantes jouent un rôle central dans le processus EBT car elles sont étroitement impliquées dans la mise en œuvre. Il était donc important de les identifier. Au Burkina Faso, il s'agit principalement de services chargés de la formulation et de la réglementation des politiques dans des secteurs stratégiques (ex., l'approvisionnement électrique), des secteurs vulnérables (par ex., l'agriculture, l'élevage ou les ressources naturelles), d'industries ; il s'agit aussi d'acteurs des secteurs privé et public, d'associations, de compagnies d'électricité et d'organismes de contrôle, d'utilisateurs technologiques et/ou de fournisseurs du secteur privé, d'institutions financières, de ménages, de petites entreprises, d'agriculteurs (qui sont des utilisateurs finaux pour certaines technologies ou options), d'institutions pertinentes (universités, consultants, etc.) et d'autres (organisations internationales, bailleurs de fonds). Ces acteurs, qui constituent l'Equipe Nationale EBT, formeront ainsi un réseau de parties prenantes pour mener à bien le plan de mise en œuvre après l'achèvement du projet.

2.2.2 Définition des buts et objectifs du processus en collaboration avec les parties prenantes

Cela a impliqué la mise en place d'un processus transparent pour discuter avec les parties prenantes de la finalité de l'évaluation des besoins technologiques, ainsi que des attentes et des privilèges liés à leur implication. Un atelier national de lancement du processus d'évaluation des besoins technologiques a permis au préalable d'élargir l'information et d'approfondir les discussions sur les buts et les objectifs du processus EBT global.

2.2.3 Clarification des rôles des parties prenantes

Au cours du même atelier de lancement, les parties prenantes ont discuté des rôles et des responsabilités attendues de chacune, en particulier le CTS et les GTS. Les activités nécessitant la contribution directe et détaillée de ces deux groupes ont fait l'objet d'échanges, tout en s'assurant que les forces et les expertises requises sont utilisées avec un maximum d'efficacité.

Il en ressort que l'équipe nationale EBT facilitera la participation active de toutes les parties prenantes pertinentes à l'identification des technologies prioritaires, aux discussions sur

l'analyse des obstacles et la création d'un cadre propice pour accélérer le développement, le déploiement et la diffusion des technologies, ainsi qu'à la préparation des plans d'action technologiques (PATs).

2.2.4 Elaboration d'un processus continu pour l'engagement des parties prenantes

Les parties prenantes ont été impliquées dans chaque étape du processus, pas uniquement au début pour donner des orientations et/ou à la fin pour approuver les initiatives proposées. Le mécanisme mis en place permet de s'assurer qu'elles soient impliquées et consultées de manière appropriée et efficace depuis le début du processus. Il a été retenu que le groupe élargi (les Groupes de Travail Sectoriels) sera la base de la consultation à travers des questionnaires et autres ateliers de production avec les consultants. Les résultats de ces processus de consultation, c'est-à-dire les livrables attendus des consultants seront soumis à l'appréciation en vue de leur validation de l'équipe restreinte qu'est le Comité Technique de Suivi.

Un cadre de communication et de sensibilisation pour une plus grande implication des parties prenantes a été mis en place par le SP-CONEDD qui facilite la transparence dans toutes les activités de prise de décisions et de consultation.

Chapitre 3 : Priorisation des technologies pour les secteurs de l'agriculture et de la foresterie

3.1 La sélection des technologies d'adaptation

La CPDN du Burkina, pays faible émetteur, présente deux composantes :

- ✓ une composante Atténuation qui ne prend en considération que les activités qui amènent à des résultats d'émissions crédités dont les objectifs ont été dès le départ orientés sur la réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre et en particulier de carbone équivalent⁴;
- ✓ une composante Adaptation hautement justifiée par le fait que le « secteur rural », constitué des sous-secteurs **Eau-Agriculture-Forêts-Utilisation des Terres (A.FO.LU)** est à la fois le principal moteur de l'économie burkinabè (il fait vivre plus de 80% de la population) mais aussi le secteur le plus vulnérable aux effets du changement climatique. Cette composante est ainsi constituée de projets dont l'objectif principal n'est pas principalement la réduction des GES (par la séquestration du carbone notamment) mais surtout la valorisation de services environnementaux tels que la sécurité alimentaire, la conservation des eaux et des sols, l'agriculture durable, la valorisation des produits forestiers non ligneux y compris les plantes médicinales, la promotion d'une architecture sans bois ni tôle (voûtes nubiennes), etc. Comme un bonus à la composante atténuation, ces projets résultent sur le moyen et long terme à des réductions considérables en GES qui dépassent même les résultats des efforts d'atténuation.

Pour des besoins de cohérence globale, les actions d'adaptation retenues au titre de l'INDC ont été identifiées sur les bases suivantes:

- ✓ le Programme National du Secteur Rural (2008) ;
- ✓ le Plan National d'Adaptation (PNA, 2015) qui définit l'agriculture, l'eau, l'élevage, les ressources naturelles et la biodiversité comme les secteurs stratégiques les plus exposés aux conséquences des changements climatiques et identifie les mesures d'adaptation à moyen et long terme dans chacun desdits secteurs;
- ✓ le Cadre Stratégique d'Investissement en gestion durable des terres (CSI-GDT) à l'horizon 2025 dont les objectifs, les résultats et les produits attendus coïncident largement avec les priorités d'adaptation définies dans le PNA.

Si le PNA n'a pas proposé un ordre de priorité dans les options technologiques d'adaptation, la CPDN dans sa composante adaptation a voulu faire correspondre la valeur du CO₂ épargné ou séquestré par les actions d'atténuation, avec le financement des actions d'adaptation ; et pour cela, il a fallu établir des priorités entre plusieurs options d'adaptation potentiellement disponibles, afin de clarifier l'utilisation des fonds et faciliter sa distribution.

Les résultats de l'exercice participatif de priorisation, réalisé avec la contribution des experts de tous les départements ministériels, des ONG et du secteur privé, coïncident parfaitement avec les objectifs et actions développées dans le Cadre Stratégique d'Investissement pour la Gestion Durable des Terres (CSI-GDT).

En effet, le CSI-GDT couvre les actions de GDT dans tous les sous-secteurs Eau, Agriculture, Elevage, Forêts et Utilisation des Terres (AFOLU), y compris même l'économie d'énergie à base

⁴ Un exemple de ces initiatives sont les REDD + / PIF et l'initiative NAMA. C'est à partir de ces initiatives consacrées uniquement à la réduction des gaz à effet de serre qu'un scénario conditionnel hybride Atténuation / Adaptation a été constitué

de biomasse et la gestion durable de l'eau. Il est considéré comme un Plan d'Actions opérationnel du PNSR en matière de gestion durable des ressources naturelles (GDRN) et d'adaptation dans les secteurs de l'agriculture, de l'élevage, des forêts et de l'utilisation des terres, de la gestion de l'eau et de la biomasse-énergie. Il prend appui sur l'ensemble des programmes et actions prévus dans le cadre du PNSR, financés ou à la recherche de financement et a défini des ambitions quantitatives pour le pays à l'horizon 2020 dans les secteurs de la GDRN.

Les options technologiques ainsi classées ont été regroupées en trois grands thèmes, selon les trois actions les plus citées :

1. la promotion de la gestion durable des terres ;
2. la mise en œuvre des bonnes pratiques (agro-)forestières et
3. la diversification des sources d'énergie.

Au total, une vingtaine de technologies (entendues sous l'angle de bonnes pratiques) ont été identifiées et classées dont 16 dans les sous-secteurs de l'agriculture, de l'élevage, de la gestion de l'eau, de la foresterie et de l'utilisation des terres.

Afin de conserver la cohérence entre les résultats de l'exercice d'évaluation des besoins technologiques et les stratégies nationales en matière d'adaptation, c'est ce paquet qui a servi de base au groupe de travail sectoriel « agriculture & foresterie » pour la priorisation des technologies d'adaptation dans les deux secteurs tels que conçus et définis au chapitre 1.4.3.

Cette liste a été enrichie par le groupe de travail pour donner au total 22 options technologiques dont 12 dans le « secteur agriculture » et 10 dans le « secteur foresterie » (cf. 3.3).

Une fiche de technologie a été préparée pour chacune des options technologiques ci-dessus à l'attention du groupe de travail sectoriel pour soutenir l'exercice d'évaluation et de priorisation.

3.2 Vulnérabilités clés aux changements climatiques dans les secteurs de l'agriculture et de la foresterie

3.2.1 Vulnérabilités clés dans le secteur de l'agriculture

Comme indiqué au chapitre 1.3.2, le secteur de l'agriculture est confronté principalement à un **épuisement rapide des sols** en raison de sa position géographique au centre de la zone soudano-sahélienne de l'Afrique de l'Ouest. Les sous-secteurs de l'agriculture et de l'eau, qui sont étroitement liés et qui représentent les plus durement touchés par les changements climatiques, sont les plus vulnérables : l'agriculture demeurera encore longtemps un secteur économique stratégique en raison du nombre de personnes qu'elle occupe et qui en tirent leurs moyens d'existence (jusqu'à 80% de la population nationale à ce jour). Les producteurs agricoles des zones rurales, les femmes et les enfants sont les groupes les plus exposés aux effets des changements climatiques sur l'agriculture.

En effet, selon les résultats des analyses réalisées dans le cadre du PNA (LAME, 2012), la baisse de la pluviométrie combinée avec la hausse de la température sont susceptibles d'induire **une baisse du rendement du mil** (la culture la plus rustique pour la zone) **dans les sols à réserve en eau faible dans la zone sahélienne. En zone soudanienne**, les rendements du mil, sorgho et maïs cultivés **sur sol profond** auront une tendance à la hausse du fait de la légère amélioration prévue de la pluviométrie du mois de juin et qui sera profitable à la réussite des semis. Par contre, dans cette même région et **sur les sols à faible réserve en eau utile**, les

rendements du maïs pourraient fortement régresser du fait du déficit hydrique des mois de juillet, août et septembre.

Comme on le voit, un facteur apparaît comme le plus déterminant de la vulnérabilité dans le secteur de l'agriculture : les termes du bilan hydrique des sols cultivés traduits principalement par l'importance de la réserve utile des sols.

Améliorer les termes du bilan hydrique des systèmes de culture serait donc le premier critère à considérer dans l'identification et l'évaluation des technologies d'adaptation.

En même temps il est constant, d'un point de vue scientifique, qu'une amélioration de la disponibilité de l'eau pour les plantes dans les systèmes agraires Sahéliens engendre automatiquement des limitations plus ou moins fortes des éléments nutritifs selon la qualité organo-minérale des sols cultivés. Améliorer les termes du bilan de l'eau des systèmes de culture devra donc nécessairement s'accompagner d'une gestion durable et intégrée de la fertilité des terres de culture.

3.2.2 Vulnérabilités clés dans le secteur de la foresterie

Dans ce secteur, et selon les analyses du LAME (2012), les risques déterminants et dominants semblent plus liés à des facteurs non climatiques : la déforestation liée aux besoins agricoles, à la consommation de bois-énergie et de charbon de bois ainsi que la surexploitation des produits forestiers non ligneux (PFNL) dans un contexte de changements climatiques sont des facteurs de dégradation des ressources végétales. Les conséquences sont critiques pour les femmes qui, face à la contrainte d'accès au combustible, ne trouvent plus aussi d'opportunités commerciales pour la vente des produits tirés de la forêt ; ce qui se traduit par un amenuisement des entrées pécuniaires, rendant ce groupe social encore plus vulnérables sur le plan économique.

Selon les études du LAME, dans le domaine de la foresterie, les estimations montrent qu'aux horizons temporels retenus, le potentiel de biomasse est en nette régression, passant près de 200 millions m³ en 1999 à seulement un peu plus de 110 millions m³ en 2050 (PANA, 2015).

Ces tendances interagissent sans doute avec des risques climatiques (baisse des précipitations) et pourraient compromettre gravement les réseaux trophiques qui trouvent leur fondement dans la production primaire des écosystèmes naturels.

En termes de vulnérabilité, l'évapotranspiration est le facteur climatique stimulant principal (tendance stable à haussière) qui vient renforcer les risques et compromettre la durabilité du développement des écosystèmes et des services qu'ils peuvent rendre aux communautés humaines.

3.3 Cadre de décision

Les efforts du Burkina Faso pour réduire les vulnérabilités aux changements climatiques datent des grandes sécheresses des années 70 au lendemain desquelles le pays s'est engagé dans la lutte contre la sécheresse et la désertification.

3.3.1 Du programme d'action de lutte contre la désertification au plan national d'adaptation

Au Burkina, la sécheresse de 1973 a engendré de nombreuses réflexions et initiatives des autorités publiques. D'abord conçues pour répondre à une vision conjoncturelle et sectorielle des problèmes posés, ces initiatives ont dû, progressivement, intégrer le fait que la dégradation de l'environnement et ses conséquences étaient non seulement structurelles mais exigeaient des solutions complexes. Ainsi, la création d'un Ministère en charge de l'environnement est intervenue en 1976, avec pour mission essentielle de mobiliser les énergies nationales et l'aide extérieure pour faire face à la désertification résultant de la péjoration climatique et de l'action anthropique.

L'élaboration du PAN/LCD a sans conteste été le moment le plus significatif pour éprouver le niveau de la conscience nationale vis-à-vis des liens entre le développement en général, le combat contre la pauvreté en particulier et les questions d'environnement et de gestion des ressources naturelles. Par la diversité des acteurs activement impliqués le PAN/LCD on a pu se rendre compte que le vécu quotidien des acteurs de base (populations rurales) traduit bien cette prise de conscience, même si elle est doublée d'une certaine impuissance à faire face aux problèmes vécus.

En revanche, lorsqu'il s'est agi de traduire ces liens dans un cadre de référence comme le cadre stratégique de lutte contre la pauvreté (CSLP), les résultats des différents ateliers régionaux organisés dans le cadre de sa révision ont montré que les domaines d'action proposés sont restés très limités et les indicateurs qui en découlent mal appréhendés

A partir de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED), tenue à Rio de Janeiro en 1992, le Burkina Faso a pris part à l'ensemble des négociations ayant conduit à l'adoption des trois conventions dites de Rio :

- i. la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), signée en juin 1992 et ratifiée par le Burkina en septembre 1993 ;
- ii. la Convention des Nations Unies sur la Diversité Biologique (CDB), également ratifiée en septembre 1993;
- iii. la convention internationale sur la lutte contre la désertification (CCD), signée en octobre 1994 et ratifiée le 29 décembre 1995.

A partir de là, le Burkina, à l'instar des autres Etats Parties aux dites conventions, s'engageait à élaborer et à faire valider par l'instance internationale habilitée de chaque convention (la Conférence des Parties), un document de stratégie pour la mise en œuvre de chaque convention. Bien que la CCD ait été signée et ratifiée seulement en 1996, le Programme d'Action National de Lutte Contre la Désertification (PAN/LCD) sera le premier document cadre de stratégie élaboré et mis en œuvre au Burkina. Cela en raison des antécédents et de l'expérience accumulée par le pays en matière de lutte contre la désertification.

En ce qui concerne la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), c'est en Novembre 2001 que le Gouvernement du Burkina Faso a adopté et soumis à la Conférence des Parties sa première communication nationale (ou communication nationale initiale-CNI-), conformément aux prescriptions de la Convention. Elle sera suivie en 2014 par la seconde communication nationale qui complète et met à jour les données déjà portées à la connaissance de la communauté internationale dans la Communication initiale de 2001.

Face à la dégradation des écosystèmes, à la récurrence des crises alimentaires et aux effets néfastes des changements climatiques sur l'environnement, les populations et le cheptel, le Gouvernement du Burkina Faso, avec l'appui du PNUD en tant qu'agence d'exécution du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM), a initié en 2005 la formulation de son Programme d'Action National d'Adaptation (PANA) à la variabilité et aux Changements Climatiques. Le PANA a été adopté au niveau national en novembre 2007.

Afin de valoriser les acquis de la mise en œuvre des projets pilotes d'une part, de répondre aux préoccupations de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) et d'élargir le plan à toutes les parties prenantes du développement d'autre part, le Burkina a élaboré un Plan National d'Adaptation (PNA) qui est bâti autour des résultats de l'analyse de la vulnérabilité aux changements climatiques des secteurs prioritaires identifiés (**agriculture, élevage, eau, forêts et écosystèmes naturels, énergie**, infrastructures et habitat, santé...) et des scénarii des changements climatiques aux horizons 2025-2050.

3.3.2 Le Programme National du Secteur Rural (PNSR) et ses plans d'actions

Dans le « secteur rural » (qui regroupe les domaines d'action des ministères en charge de l'agriculture, de l'hydraulique, de l'élevage et de l'environnement), les documents de stratégie ont pendant longtemps, pour de multiples raisons, suscité un faible niveau d'adhésion de la part des partenaires, aussi bien extérieurs que nationaux et, sans caractère contraignant, ils n'ont pas connu le niveau de mise en œuvre escompté. Plusieurs de ces programmes et plans d'actions n'ont pas reçu de financements conséquents. En 2012, le gouvernement a donc décidé d'élaboration un Programme National du Secteur Rural (PNSR) couvrant la période 2011-2015, pour traduire sa volonté de mettre en place un cadre unique de planification et de mise en œuvre de l'action publique en matière de **développement rural** afin d'assurer une meilleure coordination des interventions, tout en se dotant de la base programmatique sectorielle nécessaire au passage au budget programme.

Le PNSR se fixe un objectif à trois dimensions interdépendantes, à savoir : contribuer de manière durable à (i) la sécurité alimentaire et nutritionnelle, à (ii) une croissance économique forte et à (iii) la réduction de la pauvreté. **Il est donc le nouveau cadre d'opérationnalisation de la SDR et du volet développement rural de la SCADD.** Conformément aux exigences du budget programme, le PNSR est structuré en 5 axes et 13 sous-programmes, eux-mêmes subdivisés en activités et actions.

En 2014, et dans le cadre du Programme National de Partenariat pour la Gestion Durable des Terres (CPP), le Burkina Faso a élaboré et validé un **Cadre Stratégique d'Investissement en Gestion Durable des Terres (CSI-GDT)**. La vision en matière de gestion durable des terres (GDT) au Burkina Faso qui prend pour horizon de projection l'année 2025 est la suivante: «*des systèmes de production rurale durables qui, en prenant en compte les connaissances et les savoir-faire locaux, (i) préservent la fertilité des sols, (ii) augmentent la productivité végétale et animale par unité de surface exploitée et/ou par unité de volume d'eau consommée, (iii) améliorent le bien-être des populations vivant de la terre, (iv) restaurent et préservent l'intégrité et les fonctions des écosystèmes*».

Considéré comme un Plan d'Actions du PNSR dans le domaine de la Gestion Durable des Ressources Naturelles (GDRN), le CSI-GDT prend appui sur l'ensemble des programmes et actions prévus dans le cadre du PNSR, financés ou à la recherche de financement. Il est décliné en 6 axes stratégiques et 27 priorités d'investissements :

- Axe 1 : Gestion durable de la fertilité des terres agricoles ;
- Axe 2 : Gestion durable de l'eau pour la production ;
- Axe 3 : Conservation des écosystèmes et gestion durable des ressources forestières, fauniques et halieutiques ;
- Axe 4 : Sécurisation et gestion durable des ressources pastorales ;
- Axe 5 : Economie d'énergie et promotion des Energies Nouvelles et Renouvelables ;
- Axe 6 : GDT et promotion du développement durable.

Les objectifs, les résultats et les produits attendus du CSI-GDT coïncident largement avec les thématiques classées prioritaires du Plan National d'Adaptation (PNA). Parce qu'il a défini des ambitions quantitatives pour le pays à l'horizon 2025 dans les secteurs de la GDRN ainsi que leurs coûts, le CSI-GDT peut être considéré comme un plan d'action opérationnel en matière d'adaptation dans les secteurs de l'agriculture, de l'élevage, des forêts et de l'utilisation des terres, de la gestion de l'eau et de la biomasse-énergie.

3.3.3 Principaux programmes et projets d'adaptation dans le secteur de l'agriculture

Les Ministères en charge de l'agriculture, de l'hydraulique et de l'élevage conduisent plusieurs dizaines de programmes et de projets dont les objectifs/axes d'intervention comportent des actions et/ou volets d'adaptation et/ou de renforcement de la résilience face aux effets néfastes du Changement Climatique. Il s'agit notamment des projets ou programmes ci-après :

Tableau 5 : Projets et programmes comportant des actions ou volet d'adaptation dans le secteur de l'agriculture

Ministères en charge de l'agriculture et de l'hydraulique		Ministère en charge de l'élevage
Programme Développement de l'Agriculture de la coopération Allemande (PDA/GIZ)	1	Projet de Développement de la Résilience à l'Insécurité Alimentaire dans les pays du Sahel
Projet de Gestion Participative des Ressources Naturelles et de Développement Rural du Nord, Centre-Nord et de l'Est (NEER-TAMBA)	2	PAM/BKF-200163 (PAER/CCC) PAM/BKF-200163 Projet d'Appui à l'Economie Rurale dans le contexte de la Sécurité Alimentaire. (PAER/CCC) dans 3 régions : SAHEL, NORD et EST.
PNGT2-3 : Deuxième Programme national de gestion des terroirs, Phase III	3	Projet de Renforcement des Capacités de la FECOPAO (Fédération des Coopératives de Producteurs agricole d'Afrique de l'Ouest)
Programme de protection et de réhabilitation des sols dégradés (ProSol)	4	Projet de gestion participative des ressources naturelles et de développement rural
Projet d'aménagement des bas-fonds dans le Sud-Ouest et la Sissili (PABSO) de la coopération Germano-Burkinabé ;	5	Projet de création de zones libérées durablement de la mouche tsétsé et de la trypanosomiase : (PCZLD/PATTEC), phase ii
Projet de Valorisation des Eaux du Nord (PVEN),	6	Projet de Promotion de l'Aviculture Traditionnelle Améliorée au profit des Jeunes et des Femmes en milieu rural (PATA_JF) /AN
Projet Productivité Agricole Afrique de l'Ouest (WAAPP)	7	Le Projet de développement de l'élevage dans la région du Liptako-Gourma
le Projet de Développement Rural Intégré du	8	Projet un ménage vulnérable, une vache

Plateau Central (PDRI-PCL), financés par la BID ;		(pm2v)
Projet d'adaptation au changement climatique par l'aménagement des bas-fonds dans les provinces du Ziro, Sanguié, Boulkiemdé et Balé, financé par la BOAD ;	9	Le Programme National Biodigesteurs (PNB)
SAPA – GK	10	Sécurisation des zones d'intensification des productions animales »
Projet1 du programme de renforcement de la résilience des populations vulnérables à l'insécurité alimentaire au Sahel (P2RS) financement BAD sur l'initiative du CILSS ;	11	Projet pilote de gestion intégrée des ressources et équipements pastoraux dans l'espace transfrontalier du forage christine
Projet de renforcement de la résilience à l'insécurité alimentaire (PRRIA) financement BID sur l'initiative de la BID	12	Projet de développement durable des ressources halieutiques au Burkina Faso
Projet de renforcement de la sécurité alimentaire dans l'Est du Burkina Faso (PSAE) sur financement AFD	13	Plan d'action aviculture traditionnelle
Projet de développement de l'irrigation dans le Grand Ouest (PIGO) sur financement de la Coopération Allemande ;	14	Plan d'Actions et Programmes d'Investissement du Secteur de l'Elevage
Projet d'appui au développement du pôle de croissance de Bagré sur financement BAD ;	15	Projet Renforcement de la gestion des périmètres halieutiques d'intérêt économique
Programme d'Appui au Développement de l'Irrigation (PADI)	16	
Projet d'Amélioration de la Productivité Agricole et de la Sécurité Alimentaire (PAPSA)	17	
Programme de développement de l'agriculture (PDA).	18	
PNGT2-3 : Deuxième Programme national de gestion des terroirs, Phase III	19	
Projet d'appui aux communautés rurales de l'ouest du Burkina Faso en matière de gestion du foncier et des ressources naturelles (PACOF-GRN)	20	

3.3.4 Principaux programmes et projets d'adaptation dans le secteur de la foresterie

Les principaux projets et programmes relevant du Ministère en charge de l'environnement et des forêts et dont les objectifs et résultats attendus couvrent les besoins d'adaptation aux changements climatiques sont listés ci-après.

Tableau 6 : Projets et programmes comportant des actions ou volet d'adaptation dans le secteur de la foresterie

N°	Ministères en charge de l'environnement et des forêts
1	Programme National de Partenariat pour la Gestion Durable des Terres (CPP): 3 sous-programmes actifs (Coordination Nationale ; Boucle du Mouhoun et Centre-Ouest)
2	Programme d'Investissement Forestier (PIF)
3	Projet Consolidation de la Gouvernance Environnementale Locale (COGEL)
4	Projet Lutte contre le changement climatique au Burkina Faso par le biais de la coopération technique et le transfert des connaissances dans le secteur agroforestier (Coopération autrichienne)

5	Programme de valorisation des produits forestiers non ligneux (PFNL) - Phase 1 (FAO)
6	Action contre la désertification en appui à la mise en œuvre de l'initiative Grande muraille verte pour le Sahel et le Sahara (GCP/INT/157/EC), (FAO-Union Européenne)
7	Projet Gestion Participative des Ressources Naturelles et de Développement Rural du Nord, Centre-Nord et Est (Projet NEER-TAMBA),
8	Initiative Pauvreté Environnement - Phase 2 (IPE2),
9	Projet Adaptation Basée sur les Écosystèmes (EBA),
10	Génération d'avantages pour l'environnement mondial à travers de meilleurs systèmes de planification et de prise de décisions au niveau local au Burkina Faso (Projet ANCR II),
11	Projet de gestion des Zones Tampons dans la Boucle de Mouhoun

A ces projets et programmes des départements publics s'ajoutent de nombreuses initiatives en cours au niveau local conduites par des ONGs et autres organisations de la société civile.

3.4 Aperçu des Technologies existantes dans les secteurs de l'agriculture et de la foresterie

De nombreuses technologies d'adaptation aux changements climatiques dans les secteurs de l'agriculture et de la gestion des ressources naturelles en général existent au Burkina Faso. Appelées aussi « Bonnes Pratiques » agricoles, agro-sylvo-pastorales ou de gestion durable des terres », elles ont été largement documentées par plusieurs sources dont les plus importantes sont :

- ✓ Le Secrétariat Permanent du CONEDD dans le cadre du Programme National de Partenariat pour la gestion durable des terres (CPP, Novembre 2011) : 55 **bonnes pratiques de GDT** ont été caractérisées et regroupées en 6 catégories:

Catégories de Bonnes Pratiques de GDT selon CPP	Nombre de BP documentées et caractérisées dans le recueil
les bonnes pratiques agronomiques :	16
les bonnes pratiques halieutiques	3
les bonnes pratiques forestières et agroforestières	12
les bonnes pratiques zootechniques et pastorales	15
les bonnes pratiques énergétiques	3
les bonnes pratiques organisationnelles (essentiellement de gestion de ressources forestières et d'agriculture) :	6

- ✓ L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN, juin 2011) : 40 **bonnes pratiques d'adaptation aux risques climatiques** ont été cataloguées en 6 catégories:

Catégories de Bonnes Pratiques d'adaptation aux risques climatiques selon l'UICN	Nombre de BP documentées et caractérisées dans le catalogue
les pratiques d'adaptation dans l'aménagement et la gestion des sols	10
les pratiques d'adaptation en foresterie et agroforesterie	8
les pratiques d'adaptation en gestion de l'eau	8
les pratiques d'adaptation relatives aux intrants et techniques culturales	8
les pratiques relatives aux ressources animales	3
les pratiques d'adaptation dans le secteur de l'énergie	3

- ✓ Le Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel (CILSS, décembre 2012) : plus d'une quarantaine de **bonnes pratiques d'amélioration durable de la fertilité des sols** ont été documentées, en 5 catégories:

Catégories de Bonnes Pratiques d'amélioration durable de la fertilité des sols selon le CILSS	Nombre de BP documentées et caractérisées dans le Rapport
les bonnes pratiques agronomiques	16
les aménagements et pratiques physiques	22
les pratiques biologiques	16
les pratiques zootechniques	3
les pratiques « combinées »	2

En s'appuyant sur l'éventail de bonnes pratiques d'adaptation aux risques climatiques ci-dessus d'une part et sur la sélection opérée dans le cadre des Plans Nationaux d'Adaptation (PNA-sectoriels) et de l'INDC d'autre part (cf. 3.1), les options technologiques ci-après ont été identifiées par le groupe de travail sectoriel agriculture-foresterie pour être soumises au processus d'évaluation (tableau 7).

Tableau 7 : Liste des technologies d'adaptation soumises à l'évaluation dans les secteurs de l'agriculture et de la foresterie

Secteur	Sous-secteur	Technologies identifiées (PNA & INDC)
Agriculture	Gestion de l'eau et des sols pour la production végétale	Cordons pierreux végétalisés
		Zaï (manuel ou mécanisé)
		Zaï + cordons pierreux
		Cordons pierreux + Zaï + RNA
		Demi-lunes agricoles (avec apport de mo)
		Collecte Eau Pluviale (CEP)
	Elevage/production animale	Réhabilitation de terres dégradées à des fins sylvo-pastorales par sous-solage / microbassins à la charrue (delfino)
		Fauche et conservation de fourrage naturel
		Création, aménagement et équipement de 5 ZIPA (zones d'intensification des productions animales) : zones stratégiques répondant aux besoins des périodes critiques
		Promotion de Biodigesteurs
	Gestion de l'eau d'irrigation	Curage de plan d'eau (avec valorisation des sédiments)
		Irrigation goutte à goutte : petite irrigation paysannes ; Unités d'Intensification de Productions Animales (UIPA)
Foresterie	Aménagement et conservation	Aménagement et gestion de forêts naturelles (élaboration / mise à jour de PAG)
		Création par les Collectivité Territoriales d'aires de conservation à vocation communales (5000 ha au minimum)
	Reforestation / conservation	Zaï forestier
		Mise en défens
		Reboisement
		Protection des berges
	Agroforesterie	Régénération Naturelle Assistée
		Haies-vives défensives
	Biomasse énergie	Promotion de Foyers Améliorés ménage
		Promotion de Foyers Améliorés dolo

3.5 Critères et processus de hiérarchisation des technologies dans les secteurs de l'agriculture et de la foresterie

Les options d'adaptation retenues par l'INDC du Burkina Faso dans le « secteur » AFOLU (cf. 3.1) ont été sélectionnées sur la base de leur potentiel à réduire la vulnérabilité des systèmes de production ou des écosystèmes naturels au changement climatique mais aussi sur la base de leurs avantages sociaux, économiques et environnementaux.

L'INDC du Burkina a en effet effectué une analyse socio-économique et financière des options d'adaptation. Cette analyse considère que dans le contexte des pays en développement comme le Burkina Faso, les options d'adaptation sont une fonction multiple de facteurs dont les plus en vue sont :

- i. le coût de la technologie ;
- ii. la facilité d'application/ adoption de la technologie ;
- iii. le gain social et
- iv. l'abondance du facteur-consommable (ou matière primaire utilisable par la technologie).

L'analyse socio-économique des options d'adaptation a donc intégré les rapports « couts-bénéfices » financiers mais aussi les **co-bénéfices** socioéconomiques et environnementaux qu'elles génèrent.

En vue de leur hiérarchisation, les technologies d'adaptation dans les secteurs de l'agriculture et de la foresterie ont été soumises à un exercice d'analyse multicritères (AMC) réalisée par le groupe de travail sectoriel agriculture et foresterie au cours d'un atelier de deux jours. Les critères suivants ont été retenus pour le processus d'AMC (Tableau 8).

Tableau 8 : Critères d'évaluation des options technologiques d'adaptation dans les secteurs de l'agriculture et de la foresterie

Catégories de critères d'analyse	Critères	Indicateur	Echelle de notation	Performance attendue
Faisabilité	Coûts	Coût de base	Montant en FCA/U	Faible
		Taux de Retour Sur Investissement		Elevé
	Maturité	Efficacité (à résoudre le problème posé)	de 1 à 5	Elevé
	Potentiel	Le contexte naturel et socio-économique (y compris potentiel humain) se prête-t-il au développement de la technologie ?	de 1 à 5	Elevé
		Le contexte politique, institutionnel et juridique se prête-t-il au développement de la technologie ?	de 1 à 5	Elevé
Impacts en termes de Développement Durable	Impacts économiques	Accroissement de la production de biens et services	Tonnes	Elevé
		Accroissement des revenus des groupes cibles	CFA/tête	Elevé
	Impacts sociaux	Sécurité alimentaire : disponibilité alimentaire / nombre de personnes supplémentaires qu'on peut nourrir	Nombre personnes supplémentaires	Elevé
	Impacts environnementaux	Aptitude à réduire la vulnérabilité des groupes cibles	de 1 à 5	Elevé

Sensibilité aux CC	ux	aux effets des CC		
		Atténuation des émissions de GES (séquestration de Carbone)	Tonnes CO2/u /an	Elevé
	Augmentation des températures	Evaporation (ETP/ETR)	de 1 à 5	Faible
	Sécheresses	Réduction quantité totale en eau disponible (précipitée)	de 1 à 5	Faible
		Résistance à la sécheresse (choix d'espèces végétales)	de 1 à 5	Elevé
	Inondations	Aptitude à supporter des inondations ?	de 1 à 5	Elevé

Pour l'exercice de l'AMC, le groupe de travail sectoriel s'est scindé en deux sous-groupes sous-sectoriels : un sous-groupe « agriculture » et un sous-groupe « foresterie ». Avec l'appui méthodologique du consultant en adaptation, et en utilisant le modèle numérique élaboré à cet effet les sous-groupes ont procédé à l'analyse multicritères selon les cinq étapes restantes ci-après :

1. **Pondération des critères.** Après que les critères de notation aient été validés par le groupe de travail (tableau 6), les membres de chaque sous-groupe discutent du poids à donner à chaque critère dans une prise de décision pour la promotion de la technologie en évaluation. La somme des poids des critères est vérifiée égale à 100.
2. **Notation des critères.** Pour une technologie donnée et pour chaque critère, chaque membre du sous-groupe porte une note individuelle motivée ; une note moyenne est calculée à partir des notes individuelles. En cas de disparités notables entre les notes individuelles, la note moyenne appliquée au critère est soumise à une discussion interne au sous-groupe en vue de s'assurer que tout le monde partage la même compréhension du critère de notation, y compris ses subtilités éventuelles. Le cas échéant, des membres du sous-groupe révisent leur note individuelle. Il s'en dégage à la fin une note **moyenne consensuelle**.
3. **Calcul des scores.** Pour chaque technologie, le score pondéré de l'ensemble des critères de notation est automatiquement calculé et généré dans le modèle numérique.
4. **Hierarchisation des technologies.** Les options technologiques sont alors automatiquement classées par ordre hiérarchique, selon le score décroissant. Les technologies classées aux trois premiers rangs sont considérées pour la suite du processus. Cependant, ce résultat est soumis à un jugement final dit « de cohérence » de l'ensemble des membres du sous-groupe. Il s'agit en effet pour le sous-groupe de s'assurer que le classement ainsi obtenu est cohérent avec la perception globale que les acteurs ont des enjeux du sous-secteur et des priorités nationales dans ledit sous-secteur.
5. **Validation du classement.** Les résultats de chaque sous-groupe sont présentés en dernier ressort au groupe de travail élargi en vue de validation de la hiérarchisation. Le cas échéant, les conclusions de certaines étapes (notamment la pondération des critères et le résultat de la notation individuelle) sont soumises à des discussions élargies, en vue de parvenir à un consensus quant au classement des options qui en résulte.

Chapitre 4 : Les options de technologies d'adaptation dans les secteurs de l'agriculture et de la foresterie

4.1 Options de technologies d'adaptation pour le secteur de l'agriculture et leurs principaux bénéfices d'adaptation

Comme on peut le voir au chapitre 3.4, les options d'adaptation dans le secteur de l'agriculture, tel que défini au chapitre 1.4, sont nombreuses et visent des fonctions multifformes :

- la lutte contre l'érosion et la dégradation des terres;
- la gestion rationnelle/rentable de l'eau (pluviale ou d'irrigation) pour la production agricole ;
- l'amélioration durable de la fertilité des sols ;
- l'utilisation d'intrants et de matériel végétal adapté ;
- l'utilisation de techniques culturales adaptées ;
- la gestion durable des ressources pastorales et zootechniques.

Elles visent les bénéfices suivants en termes d'adaptation aux effets des changements climatiques (tableau9).

Tableau 9 :Options technologiques identifiées et soumises au processus d'évaluation dans le secteur « agriculture »

Options technologiques secteur de l'agriculture	Description	Avantages	Principaux bénéfices d'adaptation
Cordons pierreux végétalisés	<p>Sur une courbe de niveau tracée à l'aide d'un niveau eau, d'un triangle à sol ou par un levé topographique, le cordon pierreux consiste à :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ouvrir un sillon d'ancrage de 10 à 15 cm de profondeur et de 15 à 20 cm de largeur sur la ligne tracée. 2. Déposer une ligne de grosses pierres et renforcer en aval avec une autre ligne de petites pierres. 3. Ramener la terre du sillon pour consolider l'assise du cordon pierreux. 4. Espacer de façon optimale entre 23 et 45 m les cordons. <p>Pour viabiliser le caractère filtrant, planter le long du cordon des espèces herbacées ou arbustives à usages multiples.</p> <p>En zone soudanienne, les cordons pierreux et autres diguettes en pierres sont d'abord des moyens de protection contre l'érosion ou servent à protéger les champs de l'excès de ruissellement provenant des plateaux.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les cordons pierreux sont une technologie destinée à dissiper les eaux de ruissellement et à favoriser ainsi l'infiltration (réduction du ruissellement jusqu'à 12% avec des cordons espacés de 33m). Ils réduisent du même coup l'érosion hydrique et conservent la fertilité des sols (réduction de 46% des pertes en sol). • Ils permettent d'améliorer l'efficacité agronomique des fertilisants organiques, minéraux et organo-minéraux apportés sur les champs. • Ils améliorent la productivité des sols par le captage et la rétention des particules organiques transportées par l'eau. • Ils favorisent par ailleurs le colmatage des rigoles en amont des diguettes. • Les cordons pierreux sont ainsi utilisés, associés notamment au zaï, au paillage avec ou sans travail su sol, pour réhabiliter les sols encroûtés et dénudés, y compris à des fins de sylvo-pastorales (cf. plus haut). 	<p>Dissipe le ruissellement, améliore l'infiltration des eaux de pluie et accroît les réserves utiles pour les cultures. Ce qui engendre une stabilisation, voire une amélioration des rendements des cultures pluviales, surtout en année pluviométrique déficitaire : en année de pluviosité déficitaire, le gain de production en grain est de +109% (doublement des rendements par rapport aux champs non traités). En année de bonne pluviométrie (périodes sèches moins fréquentes), les gains de production varient de 20 à 70%.</p> <p>Les cordons pierreux réduisent l'érosion et conservent la fertilité des sols.</p>
Zaï (manuel ou mécanisé)	<p>Le « Zaï » (qui veut dire « prendre de l'avance » en langue Mooré du Burkina Faso) est une technique traditionnelle de récupération des sols encroûtés et dénudés sur les glacis sablo-limoneux, généralement impropres à l'agriculture, à des fins de production agricole (le sorgho en général mais aussi le mil). Le zaï est aussi utilisé pour la régénération naturelle assistée des espèces ligneuses à buts multiples (zaï forestier). Pour réaliser le zaï :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Creuser des cuvettes de 24 cm de diamètre et de 10 à 15 cm de profondeur à l'aide d'une Pioche. 	<p>Le zaï est un dispositif de collecte et de concentration de l'eau de ruissellement et de la fertilité au bénéfice des cultures (ou des espèces agroforestières sélectionnées). Le zaï agit par :</p> <ul style="list-style-type: none"> • accroissement de l'infiltration de l'eau de pluie et de l'eau disponible pour les cultures tout en réduisant les pertes par évaporation; • sédimentation des particules fines dans les cuvettes ; 	<p>Concentre l'eau et la matière organique au profit des cultures dont il améliore conséquemment la productivité, particulièrement en cas de stress hydrique lié aux CC.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ le zaï seul permet des gains de plus de 300 kg de grain par ha comparativement aux champs non traités : +69% du rendement grain et +50% du rendement de paille. ▪ Par rapport aux cuvettes sans apport

	<p>Les cuvettes de Zaï sont creusées pendant la saison sèche (novembre à mai) ;</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Les écartements entre les cuvettes sont de 40 cm soit une densité d'environ 10.000 cuvettes à l'hectare. 3. Le zaï mécanisé est réaliser grâce aux passages croisés d'une dent RS8 ou IR12 montée sur le bâti d'une charrue à traction animale. Le premier passage dans le sens de la pente du terrain à un écartement correspondant à celui entre poquets est choisi en fonction de la culture prévue (40 cm pour le sorgho ; 60 cm pour le mil). le second passage perpendiculaire à la pente et croisant le premier est réalisé à des écartements correspondent aux écartements entre lignes de semis. Les cuvettes de zaï se situant aux intersections des deux passages de la dent. 4. La taille des cuvettes et leur espacement varient selon le type de sol et selon les régions : elles ont tendance à être plus grandes sur les sols gravillonnaires qui sont peu perméables que sur les autres types de sol (sablo-argileux ou limono-argileux). 5. Déposer la terre excavée en croissant vers l'aval du creux. 6. Disposer les lignes de Zaï perpendiculairement à la plus grande pente du terrain ou suivant les courbes de niveau. D'une ligne à l'autre, les trous doivent être disposés en quinconce, de façon à capter le maximum de ruissellement. 7. Apporter environ 300 g de fumier ou de compost (une poignée d'adulte) par cuvette avant la période des semis. 8. En général, un cordon pierreux est aménagé en amont du champ ainsi traité pour réduire la vitesse des ruissellements sur ces sols encroûtés. <p>Le semis de céréales est réalisé après les premières pluies (au moins 20 mm).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • concentration de la fertilité et amélioration de l'efficacité agronomique des fertilisants. <p>Le zaï seul permet des gains de plus de 300 kg de grain par ha comparativement aux champs non traités : +69% du rendement grain et +50% du rendement de paille.</p> <p>Par rapport aux cuvettes sans apport de matière organique, le gain de production peut être multiplié par 8 (800 kg/ha de grain de sorgho contre 100 kg/ha)</p> <p>Associé aux cordons pierreux (comme il est de coutume dans le nord du plateau central du Burkina Faso) ou au paillage, il permet de réaliser des gains supplémentaires de 20% de la production;</p> <p>Dans ce dernier cas, une amélioration de la qualité du compost par ajout de phosphate naturel ou d'engrais NPK (à 80kg/ha) peut même permettre d'atteindre des gains supplémentaires de 30%.</p>	<p>de matière organique, le gain de production peut être multiplié par 8 (800 kg/ha de grain de sorgho contre 100 kg/ha)</p>
Zaï + cordons pierreux	Dispositif intégré de gestion durable des terres combinant d'une part les techniques de dissipation	Les cordons pierreux réduisent l'érosion hydrique, améliorent l'infiltration de l'eau,	Combine les bénéfices des deux premières options. Associé aux cordons pierreux

	(cordons pierreux) et de concentration (zaï) des eaux de ruissellement, et d'autre part des techniques de concentration de la fertilité (zaï).	accumulent les éléments fins en amont. Le zaï concentre la fertilité et l'eau et joue le rôle d'impluvium. L'effet global est une hausse des rendements céréaliers pouvant dépasser 100 %, une amélioration du taux de matière organique du sol.	(comme il est de coutume dans le nord du plateau central du Burkina Faso) ou au paillage, le zaï permet de réaliser des gains supplémentaires de 20% de la production. Dans ce dernier cas, une amélioration de la qualité du compost par ajout de phosphate naturel ou d'engrais NPK (à 80kg/ha) peut même permettre d'atteindre des gains supplémentaires de 30%.
Cordons pierreux + Zaï + Régénération Naturelle Assistée (RNA)	Dispositif intégré de gestion durable des terres combinant d'une part les techniques de dissipation (cordons pierreux) et de concentration (zaï) des eaux de ruissellement, et d'autre part des techniques de concentration de la fertilité (zaï) et de production forestière (RNA) dans les espaces agricoles. Voir plus bas dans le tableau pour la description du Cordon pierreux et du Zaï	Les cordons pierreux réduisent l'érosion hydrique, améliorent l'infiltration de l'eau, accumulent les éléments fins en amont. Le zaï concentre la fertilité et l'eau et joue le rôle d'impluvium. Les arbres légumineuses fixent l'azote de l'air et fournissent des produits forestiers ligneux et non ligneux commercialisables ; leurs feuilles forment une litière utile pour le zaï ou constituent du fourrage en saison sèche. L'effet global est une hausse des rendements céréaliers pouvant dépasser 100 %, amélioration du taux de matière organique du sol, effet brise vent et température du sol atténuée.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les cordons pierreux réduisent l'érosion hydrique, améliorent l'infiltration de l'eau, accumulent les éléments fins en amont ; ▪ Le zaï concentre la fertilité et l'eau et joue le rôle d'impluvium ; ▪ Les arbres légumineuses fixent l'azote de l'air, des produits forestiers non ligneux sont commercialisables, les feuilles forment une litière utile pour le zaï, celles de l'Acacia albida donnent du fourrage en saison sèche. ▪ L'effet global est une hausse des rendements céréaliers pouvant dépasser 100 %, amélioration du taux de matière organique du sol, effet brise vent et température du sol atténuée. ▪ L'association des trois techniques permet d'augmenter fortement les rendements. Au nord de Ouahigouya au Burkina Faso, les paysans ayant aménagé leurs champs de sorgho pluvial avec cette combinaison doublent le rendement par rapport au témoin, en obtenant près de 1500 kg à l'hectare contre 700 kg environ dans la zone sans aucune technique de CES

<p>Demi-lunes agricoles (avec apport de matière organique)</p>	<p>Il s'agit d'ouvrages semi-circulaires implantés à l'aide d'un compas de 2 m de rayon que l'on fait pivoter autour d'un point central. Les demi-lunes sont disposées sur des lignes perpendiculaires à la pente ou suivant les courbes de niveau et les ouvrages sont disposés en quinconce d'une ligne sur l'autre ; Sur une même ligne, l'écartement est donc de 4 m entre les centres de 2 demi-lunes, tandis qu'entre les lignes d'ouvrages (courbes de niveau), il est de 8 m entre le centre de la demi-lune en amont et celui de l'ouvrage situé en aval. On obtient ainsi une densité de 312 ouvrages par ha. La demi-lune est ouverte (excavée) à l'aide d'une pioche et d'une pelle ou une daba, sur une profondeur de 15 à 30 cm. La terre de déblai ainsi excavée est déposée sur la ligne du demi-cercle, formant un bourrelet semi-circulaire de 0,25 à 0,40 cm de haut, au sommet aplati. Avant les semis, apporter 35 kg de compost ou fumier soit une brouettée dans chaque demi-lune. Le semis de céréales se fait à une densité de 20 à 30 poquets/demi-lune selon la culture (mil ou sorgho).</p>	<p>Les demi-lunes (i) augmentent l'infiltration par la collecte et la concentration du ruissellement et (ii) concentre la fertilité par l'apport de fumure organique. En raison des quantités d'eau collectées dans chaque micro-bassin, les pertes d'eau par ruissellement sont fortement réduites (voire annihilées selon la hauteur de pluie tombée) ; ce qui contribue sans aucun doute à la recharge des nappes souterraines. Au Burkina Faso, la combinaison demi-lune + fumier donne une production variant entre 1,2 à 1,6 t/ ha de grains. Les rendements de la demi-lune seule sont multipliés par 15 à 24 avec l'apport de compost. Les arbustes qui poussent sur les bourrelets peuvent contribuer à reconstituer la végétation naturelle du site s'ils sont bien gérés et à fournir du fourrage et autres produits forestiers.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augmente l'infiltration par la collecte et la concentration du ruissellement: ▪ Concentre la fertilité par l'apport de fumure organique. ▪ En raison des quantités d'eau collectées dans chaque micro-bassin, les pertes d'eau par ruissellement sont fortement réduites (voire annihilées selon la hauteur de pluie tombée); Ce qui contribue sans aucun doute à la recharge des nappes souterraines. ▪ Au Burkina Faso, la combinaison demi-lune + fumier donne une production variant entre 1,2 à 1,6 t/ ha de grains. Les rendements de la demi-lune seule sont multipliés par 15 à 24 avec l'apport de compost. ▪ Au plan régional et selon les résultats des Etudes sahel conduites dans 4 pays (Burkina Faso, Niger, Mali et Sénégal), l'aménagement de terres dégradées à l'aide de demi-lunes engendrent des gains moyens de rendements de +112% en grain et +49% en paille, par rapport aux champs non aménagés. ▪ Certains arbustes qui poussent sur les bourrelets peuvent contribuer à reconstituer la végétation du site s'ils sont bien gérés.
<p>Bassins de Collecte d'Eau de Ruissellement (BCER) à des fins multiples</p>	<p>La technologie consiste à creuser et stabiliser un bassin en aval d'un impluvium aménagé, en vue de recueillir les eaux de ruissellement à des fins d'usages multiples dont l'irrigation de complément en saison des pluies ou en début de saison sèche.</p>	<p>La collecte des eaux de pluie est une stratégie d'adaptation aux fortes variabilités des précipitations, à la fois pour les besoins ménagers et pour améliorer les cultures, le bétail et toutes autres formes d'agriculture (PNUE et SEI, 2009). Les systèmes de collecte des eaux de pluie sont simples à installer (avec des matériaux de construction facilement disponibles) et à utiliser, moyennant une formation rudimentaire des</p>	<p>La technologie consiste à creuser et stabiliser un bassin en aval d'un impluvium aménagé, en vue de recueillir les eaux de ruissellement à des fins d'usages multiples dont l'irrigation de complément en saison des pluies ou en début de saison sèche.</p>

		populations locales. Ils acheminent l'eau jusqu'au point d'utilisation dont les agriculteurs ont le contrôle. Ils favorisent l'autosuffisance alimentaire et ont un impact minimal sur l'environnement. Les coûts de fonctionnement sont assez faibles. La construction, l'exploitation et la maintenance nécessitent peu de main-d'œuvre. L'eau recueillie est de qualité acceptable pour les besoins agricoles. Les autres avantages comprennent la recharge artificielle de la nappe phréatique.	
Réhabilitation de terres dégradées à des fins sylvo-pastorales par sous-solage / microbassins à la charrue (Delfino)	Ensemble intégré de techniques d'aménagement des terres encroutées et dénudées à l'aide de mesures de CES, couplées à des techniques de régénération de la végétation, dans le but de favoriser une réhabilitation des pâturages herbacés et arbustifs/arborés. Les travaux de CES sont exécutés à l'aide de la charrue <i>Delfino</i> couplée à un tracteur. Les tranchées de sous-solage ou les microbassins (300 par ha de 4 m de diamètre et 50 cm de profondeur) sont alignés approximativement selon les courbes de niveau et sont disposés en quinconce d'une ligne à l'autre pour les seconds. L'ensemencement des tranchées ou des microbassins est fait à base de semences d'espèces ligneuses fourragères locales, en même temps qu'ils reçoivent du fumier de petits ruminants qui contient des graines d'arbustes digérés, les rendant aptes à la germination	<ul style="list-style-type: none"> • Les tranchées et microbassins collectent et concentrent l'eau de ruissellement, accroissent l'infiltration et accélèrent la germination des graines et semences fourragères; • Les ados des tranchées et microbassins voient se développer une végétation herbacée et ligneuse qui piège les graines transportées par les vents pour rendre le couvert végétal plus dense d'année en année. • Outre un enrichissement floristique remarquable, le taux de survie des ligneux à la fin de la première saison sèche atteint 79% (contre 20% pour les reboisements classiques). • La production de biomasse atteint en moyenne 1200 kg/MS/ha contre 90 kg/MS/ha sur les parcelles témoins. Ce qui permet d'envisager la pâture d'une UBT pendant 192 jours. • La réhabilitation des pâturages est un 	<ul style="list-style-type: none"> • Les tranchées ou les microbassins collectent et concentrent l'eau de ruissellement au cours des pluies, permettant l'accroissement de l'infiltration et l'accélération de la germination des graines et semences; • les bourrelets des banquettes ou des microbassins et le développement de plantes ligneuses et sub-ligneuses piègent les graines transportées par les vents pour rendre plus dense d'année en année le tapis herbacé ; • les parcelles aménagées ne subissent pas de pression spéciale des animaux⁵ et on estime à 79% le taux de survie des plants contre 20% pour les reboisements classiques. Elles peuvent produire en moyenne de 1200 kg/MS/ha contre 90 kg/MS/ha sur les parcelles témoins. Une telle production moyenne de matière sèche permet

⁵ Les aménagements sont généralement réalisés dans une zone pastorale ouverte d'accès libre pour les animaux et sont surveillés au cours des premières années grâce à la participation des communautés

		investissement stratégique indispensable à la stabilisation des systèmes de production et des communautés (agro)pastorales dans les zones sahéliennes et sub-sahéliennes du Burkina Faso	d'envisager la pâture pendant 192 jours d'une unité de bétail tropicale (UTB= bovin adulte de 250 kg). Sur ces parcelles on enregistre également un enrichissement floristique (44 espèces recensées contre 24) et une forte proportion d'espèces graminées de bonne valeur fourragère.
Fauche et conservation de fourrage naturel	<p>Technique qui consiste à prélever le fourrage naturel au stade de la pleine floraison, à le conditionner en vue de son utilisation en saison sèche. Elle concerne autant le fourrage herbacé (en général) mais aussi le fourrage dit « ligneux » (feuilles, fruits et gousses et écorces de certains arbres et arbustes).</p> <p>La pratique de la fauche et conservation du fourrage herbacé comporte les opérations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ choix des espèces appréciées à faucher en fonction de leur abondance et de l'importance de la biomasse disponible ; ✓ la fauche intervient généralement au stade dit de la pleine floraison, et est réalisée à l'aide d'outils appropriés (faux, faucilles ou faucheuse mécanisée) ✓ le séchage (ou fanage) se fait de préférence à l'ombre pour conserver la valeur nutritive des herbacées ; ✓ le conditionnement consiste à réaliser des bottes, en se servant de botteleuses mobiles ou de gabarits fixes creusés dans le sol et stabilisés pour les besoins. <p>La conservation du fourrage se fait dans les meilleures conditions de protection contre le rayonnement solaire direct.</p>	<p>Cette pratique combat la dégradation des terres en (i) permettant de contrôler l'exploitation des ressources fourragères par une approche écologique de gestion de l'environnement, (ii) favorisant une bonne gestion de la fertilité par la maîtrise des stocks fourragers pour l'alimentation du bétail en stabulation.</p> <p>Elle contribue à :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ augmenter la quantité et de la qualité du fourrage en saison sèche, ✓ une meilleure gestion des pâturages, ✓ une meilleure valorisation du fourrage, ✓ l'intensification de la production. 	<p>La pratique consiste à prélever le fourrage naturel au stade de la pleine floraison, à le conditionner en vue de son utilisation en saison sèche. Elle concerne autant le fourrage herbacé (en général) mais aussi le fourrage dit « ligneux » (feuilles, fruits et gousses et écorces de certains arbres et arbustes). La fauche et conservation du fourrage herbacé suppose (i) la présence d'espèces fourragères en abondance et d'une biomasse importante disponible.</p> <p>La fauche a lieu généralement au stade dit de la pleine floraison, et est réalisée à l'aide d'outils appropriés (faux, faucilles ou faucheuse mécanisée)</p> <p>le séchage (ou fanage) se fait de préférence à l'ombre pour conserver la valeur nutritive des herbacées; le conditionnement consiste à réaliser des bottes, en se servant de botteleuses mobiles ou de gabarits fixes creusés dans le sol et stabilisés pour les besoins.</p> <p>La conservation du fourrage se fait dans les meilleures conditions de protection contre le rayonnement solaire direct.</p>
Création, aménagement et équipement de 5 zones d'intensification des productions animales (ZIPA)	Il s'agit en réalité d'un projet intégré dont le but est d'atténuer la vulnérabilité climatique des pasteurs et de contribuer au développement économique local. La ZIPA consiste à l'identification, dans une région dont le potentiel fourrager offre les meilleures	Chaque ZIPA devrait permettre à terme d'assurer l'alimentation annuelle de 28 500 UBT pendant la période difficile, de produire 1000 tonnes de viande et 2 650 000 litres de lait par an. La production de fumier	Le but de l'approche est d'atténuer la vulnérabilité climatique des pasteurs et de contribuer au développement économique local. Il consiste, dans des espaces à:

	<p>opportunités, d'une zone stratégique capable d'assurer, moyennant les aménagements et les équipements requis, l'alimentation de 10.000 têtes de bétail pendant la saison sèche. Dans cette zone, il s'agira de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • réaliser des infrastructures pastorales et équipements socio-économiques spécifiques (dont un barrage pastoral) • entretenir les pâturages en saison sèche froide par irrigation ; • constituer les stocks fourragers et assurer leur transfert dans la zone ; • assurer la culture fourragère et la production de semences fourragères améliorées ; • développer l'agro-zoo-foresterie en vue d'accroître et diversifier le disponible fourrager ; • contrôler les épizooties ; • organiser et former les éleveurs en techniques de production animale ; • Promouvoir l'amélioration des races adaptées au climat chaud ; • Appuyer la mise en œuvre d'unités de production animale et laitière ; <p>Etc.</p>	<p>permettra la fertilisation organique de 18 000 ha de terres agricoles chaque année.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aménager et équiper des zones stratégiques pour la période sèche critique ; • accroître l'offre et le format des ruminants domestiques dans ces zones ; • protéger les emplois des pasteurs et favoriser leur insertion socio-économique ; • réduire la grande mobilité du bétail sur le territoire national et transfrontalier ; • transférer le paquet technologique aux éleveurs pour un élevage plus intensif ; • développer des bassins laitiers dans les ZIPA <p>Elle permet d'assurer l'alimentation annuelle de 142 000 UBT pendant la période difficile, de produire au moins 3 000 tonnes de viande et 13 224 000 litres de lait par an. La production de fumier permettra la fertilisation organique de 90 000 ha de terres agricoles chaque année.</p>
Promotion de biodigesteurs	<p>Dispositif de fermentation méthanique de la bouse de vache en vue de la production de biogaz combustible.</p>	<p>Technologie typiquement adaptée aux besoins des ménages ruraux pratiquant l'agriculture et l'élevage bovin (dont les ménages pauvres)</p> <p>Type de technologie cumulant des avantages socio-économiques et environnementaux multiples : économie de ressources financières initialement consacrées aux besoins énergétiques domestiques ; économie de bois de chauffe et protection des forêts ; fertilisation et accroissement de la productivité des champs, amélioration de la sécurité alimentaire ; séquestration de CO2</p>	<p>Le biodigester de 6 m3 fonctionnant normalement permet de produire annuellement 730 m3 de biogaz destinés à la consommation des ménages, soit l'équivalent de 29,6 bouteilles de gaz butane de 12,5 kg; ce qui représente une économie quasi-totale du budget (ou de l'effort de collecte) initialement consacré au bois de chauffe ou à l'éclairage.</p> <p>Le compost issu du biodigester est un très bon fertilisant organique (biologique) pour la production agricole (céréalière, maraichère et cultures de rente): la quantité de compost sortie d'un digesteur de 6 m3 atteint 64 tonnes, de quoi</p>

			<p>fertiliser 12 ha de terres agricoles, d'augmenter les rendements des céréales de 80 à plus de 100%.</p> <p>Au plan environnemental, le méthane est brûlé (il ne présente plus de danger comme gaz à effet de serre) et permet ainsi, d'épargner entre 1,6 et 3,2 tonnes de bois par an et de préserver ainsi, entre 0,3 et 0,6 ha de forêts. naturelles. Comme source de fertilisant organique, un biodigester contribue par ailleurs à la séquestration de près de 4 tonnes (3,62 t) eq CO2 par an.</p>
Curage de plans d'eau avec valorisation des sédiments	<p>La technologie consiste à expérimenter dans des plans d'eau existants, la démarche suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> - informer et sensibiliser les acteurs riverains des plans d'eau (exemple du lac Bam menace) en vue d'obtenir leur adhésion au projet ; - expérimenter l'extraction par dragage des sédiments en vue de l'épandre sur des terres dégradées et impropres à l'agriculture, afin de les rendre utilisables pour l'agriculture ; - analyser les sédiments en vue d'en connaître la composition organo-minérale ; - Améliorer la fertilité de cette terre (sédiments extraits) en utilisant le biochar (biochar est une technique de fertilisation des sols à faible coût) <p>Prévenir le phénomène de sédimentation de la protection et la préservation de l'environnement par le reboisement : les pépinières devant être implantées aux abords des plans d'eau.</p>	<p>La technologie répond à une problématique réelle : l'envasement des plans d'eau qui engendre des pertes de capacités de stockage estimées à 2,5% par an.</p> <p>Les avantages de la technologie restent à éprouver au Burkina Faso même si elle a démontré qu'elle génère des bénéfices sous d'autres cieux.</p>	<p>Il s'agit d'une technologie nouvelle destinée à être expérimentée au Burkina Faso où les retenues d'eau de surface perdent annuellement 2,5% de leur capacité de stockage en raison de l'envasement lié à l'érosion dans les bassins-versants (le lac de barrage de Komienga a ainsi enregistré 3 m de dépôts solides en 20 ans) !</p> <p>La technologie consisterait à expérimenter dans des plans d'eau existants, la démarche consistant à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - informer et sensibiliser les acteurs riverains des plans d'eau (exemple du lac Bam menace) en vue d'obtenir leur adhésion au projet ; - expérimenter l'extraction par dragage des sédiments en vue de l'épandre sur des terres dégradées et impropres à l'agriculture, afin de les rendre utilisables pour l'agriculture ; - analyser les sédiments en vue d'en connaître la composition organo-minérale ; - Améliorer la fertilité de cette terre

			(sédiments extraits) en utilisant le biochar (biochar est une technique de fertilisation des sols à faible coût) - Prévenir le phénomène de sédimentation de la protection et la préservation de l'environnement par le reboisement : les pépinières devant être implantées aux abords des plans d'eau.
Irrigation goutte à goutte	<p>Système d'irrigation par rationnement de l'eau comprenant une source d'alimentation en eau placée de telle sorte à créer suffisamment de pression pour alimenter et faire fonctionner un réseau de canalisations principales et secondaires, de porte-rampes, de rampes et de distributeurs.</p> <p>L'unité de tête comporte les éléments nécessaires au conditionnement et la sécurité du fonctionnement du système. Sa composition est fonction du système (simple ou complexe) avec notamment un compteur, un régulateur de pression, un filtre, une pompe doseur-dilueur, un programmeur, un clapet antiretour, une soupape de décharge, et une ventouse. Il existe des systèmes simplifiés dont l'unité de tête se compose simplement d'une vanne d'arrêt principal et d'un filtre</p>	<p>L'eau est livrée goutte à goutte et à petite dose à chaque pied mais de façon étalée dans le temps ; ce qui permet seulement l'humidification de la fraction du sol la plus explorée par le système racinaire des cultures irriguées.</p> <p>La technologie permet de limiter les pertes d'eau par évaporation et par percolation. Elle permet également la fertilisation directe par l'eau d'irrigation appelée <i>fertigation</i>. Ainsi, finie la question des pluies trop intenses destructrices des sols fragiles ! Le système permet :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ une économie d'eau de 30% à 40% par rapport aux systèmes classiques d'irrigation (aspersion ou gravitaire) ; <p>un accroissement des rendements allant de +30% (pour la production de feuilles de Moringa) à +118% (pour des cultures de tomate)</p>	<p>L'eau est livrée goutte à goutte et à petite dose à chaque pied mais de façon étalée dans le temps ; ce qui permet seulement l'humidification de la fraction du sol la plus explorée par le système racinaire des cultures irriguées.</p> <p>La technologie permet ainsi de limiter les pertes d'eau par évaporation et par percolation. Elle permet également la fertilisation directe par l'eau d'irrigation appelée <i>fertigation</i>. Les performances au niveau des sols lourds est de 2 à 4 cm / heure et pour les sols légers > 50 cm / heure.</p> <p>Ainsi, finie la question des pluies trop intenses destructrices des sols fragiles !</p>

4.2 Résultats de priorisation de technologies dans le secteur de l'agriculture

4.2.1 Les poids attribués aux critères

Le tableau suivant présente le résultat de la pondération des critères réalisée par le GTS

Tableau 10: Pondération des critères par le groupe de travail sectoriel

	Criterion	Allocation of budget (total = 100)	Weight, %
Criterion 1	Coût	20	20%
Criterion 2	Maturité -Efficacité	15	15%
Criterion 3	Potentiel/Contexte naturel-socioécO	12	12%
Criterion 4	Impacts économiques/Production	15	15%
Criterion 5	Impacts sociaux -Sécurité Alimentaire	15	15%
Criterion 6	Impacts environnementaux/réduction vulnérabilité groupes cibles	15	15%
Criterion 7	Augmentation de la température	3	3%
Criterion 8	Sècheresse (Réduction quantités Eaux et résistance des cultures)	4	4%
Criterion 9	Inondations	1	1%
	Total allocated	100	
	Budget usage	OK	

4.2.2 La notation des technologies

Les résultats de la notation des technologies se présentent comme au tableau 11 ci-après.

4.2.3 La matrice combinant le score et la pondération

Le tableau 12 résume les résultats de la combinaison du score et de la pondération des critères pour les technologies évaluées.

Tableau 11: Résultats de la notation des technologies du secteur de l'agriculture

Option	Critères	Coût	Maturité Efficacité	Potentiel/ Contexte naturel-socio- éco	Impacts économiques/Produc tion	Impacts sociaux -Sécurité Alimentaire	Impacts environnementaux/ré duction vulnérabilité groupes cibles	Augmentation de la température	Sensibilité Sècheresse	Sensibilité Inondations
	Unités	F.CFA/U	1 à 5	1 à 5	Tonnes	Nb pers. Supl nourries	1 à 5	1 à 5	1 à 5	1 à 5
Valeur Préférée		Low	High	High	High	High	High	Low	Low	High
Cordons pierreux végétalisés		130000	3	3	4	3	3	2	1	4
Zai (manuel ou mécanisé)		150000	3	3	3	3	3	2	1	4
Zai + cordons pierreux		250000	4	3	4	4	4	2	1	4
Cordons pierreux + Zai + RNA		287500	5	3	5	5	5	2	1	4
Demi-lunes agricoles (avec apport de mo)		150000	4	3	4	4	4	2	1	4
Collecte Eau Pluviale (CEP)		600000	3	3	5	4	5	2	1	4
Réhabilitation Terres Dégradées à des fins sylvo-pastorales par sous-solage / microbassins à la charrue delfino		75000	3	3	5	4	5	2	1	4
Fauche et conservation de fourrage naturel		42500	4	4	4	3	4	1	3	4
Création, aménagement et équipement de 5 ZIPA (zones d'intensification des productions animales)		8 500 000 000	3	2	5	4	5	2	2	4
Promotion de Biodigesteurs		320000	5	3	5	5	5	1	1	4
Curage de plan d'eau (avec valorisation des sédiments)		4000	3	2	2	4	3	2	2	4
Irrigation goutte à goutte : petite irrigation paysannes		18 000 000	3	3	5	5	3	1	1	4

Tableau 12: Matrice combinant le score des technologies et la pondération des critères

Critères	Coût	Maturité Efficacité	Potentiel/Co ntexte naturel- socio-éco	Impacts économiques/ Production	Impacts sociaux - Sécurité Alimentaire	Impacts environnementaux/ réduction vulnérabilité groupes cibles	Augment ation de la températ ure	Sensibilité Sècheresse	Sensibilité Inondation	Weighted scores of each option	
Options	Unités	F.CFA/U	1 à 5	1 à 5	Tonnes	Nb pers. Supplém. nourries	1 à 5	1 à 5	1 à 5	1 à 5	
Valeur préférée	Low	High	High	High	High	High	High	Low	Low	High	
Poids	20%	15%	12%	15%	15%	15%	15%	3%	4%	1%	
Cordons pierreux végétalisés	100,00	0,00	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,50
Zaï (manuel ou mécanisé)	100,00	0,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,00
Zaï + cordons pierreux	100,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00	56,00
Cordons pierreux + Zaï + RNA	100,00	100,00	50,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	86,00
Demi-lunes agricoles (avec apport de mo)	100,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00	56,00
Collecte Eau Pluviale (CEP)	99,99	0,00	50,00	100,00	50,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	63,50
Réhabilitation de Terres Dégradées à des fins sylvo-pastorales par sous- solage / microbassins à la charrue Delfino	100,00	0,00	50,00	100,00	50,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	63,50
Fauche et conservation de fourrage naturel	100,00	50,00	100,00	50,00	0,00	50,00	100,00	0,00	100,00	0,00	58,50
Création, aménagement et équipement de 5 ZIPA (zones d'intensification des productions animales)	0,00	0,00	0,00	100,00	50,00	100,00	0,00	0,00	0,00	50,00	38,00
Promotion de Biodigesteurs	100,00	100,00	50,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,00	89,00
Curage de plan d'eau (avec valorisation des sédiments)	100,00	0,00	0,00	-50,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	20,50
Irrigation goutte à goutte : petite irrigation paysannes	99,79	0,00	50,00	100,00	100,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	58,96

Le processus d'évaluation et de priorisation des technologies d'adaptation dans le secteur de l'agriculture a donc retenu trois technologies à promouvoir au plan national (Tableau 13):

1. les biodigesteurs
2. la combinaison Cordons pierreux + Zaï + RNA
3. la technique de sous-solage mécanisé ou de confection de microbassins à la charrue *Delfino* pour la réhabilitation de terres dégradées à des fins sylvo-pastorales

Aucune analyse de sensibilité n'a été nécessaire pour revoir les technologies priorisées. Cependant, deux technologies sont classés ex aequo au troisième rang : la réhabilitation des terres dégradées à l'aide de la charrue *Delfino* et les bassins de collecte d'eau de ruissellement (BCER). En raison de leur intérêt complémentaire, il a été décidé de les retenir toutes les deux (soit au total quatre technologies pour le secteur de l'agriculture) pour la suite du processus, c'est-à-dire l'analyse des barrières et l'élaboration d'un Plan d'Action Technologique. Les annexes 1 et 2 fournissent le détail concernant la description des technologies d'adaptation.

Tableau 13: Résultat de priorisation des technologies dans le secteur agriculture

Rang	Option	Score pondéré
1	Biodigesteurs	89,0
2	Cordons pierreux + Zaï + RNA	86,0
3	Réhabilitation de terres dégradées à des fins sylvo-pastorales par sous-solage / microbassins à la charrue (<i>Delfino</i>)	63,5
4	Bassins de Collecte des Eaux de Ruissellement (BCER)	63,5
5	Irrigation goutte à goutte : petite irrigation paysannes	59,0
6	Fauche et conservation de fourrage naturel	58,5
7	Demi-lunes ou microbassins agricoles (avec apport de mo)	56,0
8	Zaï + cordons pierreux	56,0
9	Création, aménagement et équipement de 5 ZIPA (zones d'intensification des productions animales) : zones stratégiques répondant aux besoins des périodes critiques	38,0
10	Cordons pierreux végétalisés	33,5
11	Zaï (manuel ou mécanisé)	26,0
12	Curage de plan d'eau avec valorisation des sédiments	20,5

A l'issue de l'exercice, le groupe de travail sectoriel est unanime sur le fait qu'en termes d'opportunités offertes, ces trois technologies répondent le mieux aux enjeux actuels en matière d'adaptation des systèmes de production agro-pastorale aux effets potentiels des changements climatiques : (i) amélioration des termes du bilan hydrique des systèmes de culture, (ii) gestion durable et intégrée de la fertilité des terres de culture et (iii) la gestion durable des ressources pastorales et zootechniques.

L'importance des terres sylvo-pastorales pour la productivité des terres de culture dans les systèmes agraires actuels ainsi que leur place dans les chaînes trophiques des milieux semi-arides plaident en effet pour le maintien et/ou la réhabilitation de la productivité de « la brousse » ; en particulier dans les zones où l'élevage de ruminants occupe une place centrale dans l'économie des ménages.

Quant à la vulgarisation des biodigesteurs, ce sont les nombreuses opportunités qu'elle offre à la fois sur les plans agricole, énergétique, environnemental, économique et social qui en font la technologie la plus porteuse du moment, dans une économie nationale encore dominée par le

secteur agro-pastoral et qui occupe 80% de la population nationale dont près de la moitié vit en-dessous le seuil de pauvreté.

L'analyse des membres du groupe de travail sectoriel a été construite autour des principaux critères suivants (Tableau 14).

Tableau 14: Principaux critères de sélection des trois principales technologies dans le secteur de l'agriculture

Critères d'analyse	Technologies sélectionnées																							
	Biodigesteur	Cordons pierreux + Zaï + RNA		Sous-solage/microbassins mécanisés à la charrue <i>Delfino</i> pour réhabilitation de terres à des fins sylvo-pastorales																				
Faisabilité	Le coûtde base moyen de l'infrastructure de 6 m3 est aujourd'hui ramené de 400.000 à 315 000 F CFA, non compris le coût de l'assistance technique externe. Ce coût est à la portée de plus en plus de ménages ruraux disposant notamment d'une ou 2 paires d'animaux de trait	L'investissement de base pour ce type d'aménagement intégré de GDT est estimé à287.500 F CFA (ou 500 US\$)/ha, incluant une fosse fumière pour le zaï, les cordons pierreux et le petit équipement pour la gestion des végétations ligneuses. Bien que l'équipement nécessaire à un tel investissement ne soit pas à la portée des paysans les plus pauvres, c'est la rentabilité et les impacts économiques qui déterminent la majorité des paysans moyens à s'y investir dans la partie Nord du Burkina Faso		Bien que la mise en œuvre de la technologie soit dépendante de moyens techniques extérieurs et hors de la portée des paysans pris individuellement, les résultats sont obtenus à des coûts compétitifs: l'aménagement d'un ha est évalué à 73 650 FCFA avec des possibilités de réduction en cas d'utilisation optimale de l'unité technique mécanique (800 heures de travail par an).																				
	L'analyse socio-économique réalisée dans le cadre de l'INDC montre que le retour sur investissement pour cette technologie est de 104%, y compris l'ensemble des coûts d'assistance technique liés à la mise en œuvre d'un programme national de diffusion	L'analyse économique d'un tel investissement dans la région de Ouahigouya (Nord du Burkina Faso) donne les résultats suivants ; <table><tr><td>Type de surplus</td><td>Quantité</td><td>valeur</td><td>Valeur totale</td></tr><tr><td>Grain</td><td>Passage de 700 à 1500 kg/ha</td><td>150 FCFA/kg</td><td>120 000 FCFA</td></tr><tr><td>Paille</td><td>3000 kg de paille</td><td>Restitution au sol ; fourrage pour le cheptel de l'exploitation</td><td></td></tr><tr><td>Feuilles de baobab</td><td>20 sacs de feuilles au minimum à l'hectare (densité de 20 arbres)</td><td>3000 FCFA/sac</td><td>60 000 FCFA</td></tr><tr><td>Total</td><td></td><td></td><td>180 000 F. CFA</td></tr></table> Nb : d'autres produits forestiers non ligneux peuvent être valorisés : gousses de <i>Faidherbia albida</i> , fruits de <i>Balanites aegyptiaca</i> Le retour sur investissement (RSI) annuel est très important dès que les arbres commencent à produire : RSI		Type de surplus	Quantité	valeur	Valeur totale	Grain	Passage de 700 à 1500 kg/ha	150 FCFA/kg	120 000 FCFA	Paille	3000 kg de paille	Restitution au sol ; fourrage pour le cheptel de l'exploitation		Feuilles de baobab	20 sacs de feuilles au minimum à l'hectare (densité de 20 arbres)	3000 FCFA/sac	60 000 FCFA	Total			180 000 F. CFA	<ul style="list-style-type: none">• Les microbassins collectent et concentrent l'eau de ruissellement au cours des pluies, permettant l'accroissement de l'infiltration et l'accélération de la germination des graines et semences;• Les ados des banquettes, les bourrelets des microbassins et le développement des plantes ligneuses et sub-ligneuses piègent les graines transportées par les vents pour rendre plus dense d'année en année le tapis herbacé.• Les parcelles ainsi aménagées peuvent produire en moyenne de 1200 kg/MS/ha contre 90 kg/MS/ha sur les parcelles témoins. Une telle production moyenne de matière sèche permet d'envisager la pâture pendant 192 jours d'une unité de bétail tropicale (UBT)
	Type de surplus	Quantité	valeur	Valeur totale																				
Grain	Passage de 700 à 1500 kg/ha	150 FCFA/kg	120 000 FCFA																					
Paille	3000 kg de paille	Restitution au sol ; fourrage pour le cheptel de l'exploitation																						
Feuilles de baobab	20 sacs de feuilles au minimum à l'hectare (densité de 20 arbres)	3000 FCFA/sac	60 000 FCFA																					
Total			180 000 F. CFA																					

Critères d'analyse	Technologies sélectionnées		
	Biodigesteur	Cordons pierreux + Zaï + RNA	Sous-solage/microbassins mécanisés à la charrue <i>Delfino</i> pour réhabilitation de terres à des fins sylvo-pastorales
		= 180 000 / 287 500 = 63 %	
	L'efficacité du biodigesteur à produire du biogaz est à ce jour établie en même temps que sa facilité de maîtrise par les ménages ruraux moyennant une formation simple et accessible.	Cette combinaison de technologies de CES est techniquement au point au Burkina. Elle est maîtrisée par des milliers de paysans dans les régions Nord et Sahel, qui sont capables de former d'autres paysans sans assistance technique extérieure. Les cordons pierreux réduisent l'érosion hydrique, améliorent l'infiltration de l'eau, accumulent les éléments fins en amont ; Le zaï concentre la fertilité et l'eau et joue le rôle d'impluvium ; la régénération naturelle des arbres utilisant la technique du Zaï renforcent les bénéfices économiques et environnementaux attendus de l'investissement.	D'importants succès ont été enregistrés dans le Sahel Burkinabè où la forte implication des communautés d'agro-pasteurs et leur participation apparaissent comme la clé de la mise en œuvre et de la durabilité des résultats de cette technologie.
	Le contexte politique et socio-économique national est très favorable à la promotion des biodigesteurs: - politiques sectorielles en faveur d'une intégration croissante agriculture-élevage; - raréfaction du combustible ligneux; - gros bénéfices liés à la réutilisation des sous-produits du biodigesteur (le composte) - facilité de maîtrise technique par les utilisateurs moyennant une formation limitée et un suivi minimal	Le contexte politique et socio-économique national est favorable à ce types d'investissements. En effet, si la sécurité de jouissance des investissements a été pendant longtemps l'un des obstacles à la promotion de ce type d'initiatives, les lois en matière de de sécurisation foncière en milieu rural existent désormais; leur application devrait connaître une accélération avec le transfert effectif des compétences et des ressources de l'Etat aux Communes et aux Régions en matière de GRN et de gestion du foncier rural.	Le contexte politique et socio-économique national est favorable à ce types d'investissements. En effet, si la sécurité de jouissance des investissements a été pendant longtemps l'un des obstacles à la promotion de ce type d'initiatives, les lois en matière de de sécurisation foncière en milieu rural existent désormais; leur application devrait connaître une accélération avec le transfert effectif des compétences et des ressources de l'Etat aux Communes et aux Régions en matière de GRN et de gestion du foncier rural. Par ailleurs, l'investissement dans la restauration des pâturages est le seul moyen de stabilisation des communautés rurales dans le Sahel Burkinabe
Impacts en	Le biodigesteur de 6 m3 fonctionnant	L'efficacité de l'investissement cumule celle des trois	Les résultats sont impressionnants : les parcelles

Critères d'analyse	Technologies sélectionnées		
	Biodigesteur	Cordons pierreux + Zaï + RNA	Sous-solage/microbassins mécanisés à la charrue <i>Delfino</i> pour réhabilitation de terres à des fins sylvo-pastorales
termes de Développement Durable	<p>normalement permet de produire annuellement 730 m3 de biogaz destinés à la consommation des ménages, soit l'équivalent de 29,6 bouteilles de gaz butane de 12,5 kg. Ce qui se traduit par une réduction de la consommation du bois de feu et une épargne des forêts naturelle.</p> <p>Le compost issu du biodigesteur permet de fertiliser 12 ha de terres agricoles, pour une production additionnelle de 7,6 tonnes de céréales, permettant de nourrir 40 personnes supplémentaires.</p> <p>Au plan environnemental, le méthane est brûlé (il ne présente plus de danger comme gaz à effet de serre) et permet ainsi, d'épargner entre 1,6 et 3,2 tonnes de bois par an et de préserver ainsi, entre 0,3 et 0,6 ha de forêts. naturelles. Comme source de fertilisant organique, un biodigesteur contribue par ailleurs à la séquestration de près de 4 tonnes (3,62 t) eq CO2 par an.</p>	<p>composantes qui le caractérisent: les arbres légumineux fixent l'azote de l'air, des produits forestiers non ligneux sont commercialisables ou fournissent du fourrage de qualité en saison sèche.</p> <p>L'effet global est une amélioration du taux de matière organique du sol, un effet brise vent et une température du sol atténuée.</p> <p>L'association des trois techniques permet de doubler les rendements: dans la région du Nord, les paysans ayant aménagé leurs champs de sorgho pluvial avec cette combinaison doublent le rendement par rapport au témoin, en obtenant près de 1500 kg/ha contre 700 kg environ dans la zone sans aucune technique de CES.</p>	<p>aménagées ne subissent pas de pression spéciale des animaux⁶ et on estime à 79% le taux de survie des plants contre 20% pour les reboisements classiques.</p> <p>Sur ces parcelles on enregistre également un enrichissement floristique avec le recensement de 44 espèces contre 24 et une forte proportion d'espèces graminées de bonne valeur fourragère.</p> <p>Cette technologie est une alternative intéressante pouvant être mise en œuvre dans toutes les zones agro-écologiques et conditions pédoclimatiques similaires, pour la récupération, la restauration et l'amélioration des pâturages et des ressources naturelles en général. L'implication des communautés bénéficiaires dans la gestion des espaces ainsi réhabilités, lorsqu'elle est assurée dès la conception du projet, est susceptible d'assurer la pérennisation des résultats obtenus.</p>
	Le biodigesteur est un formidable piège à méthane, l'un des GES les plus puissants; contribuant ainsi à la séquestration de 4 tonnes équivalent CO2 par an.	Selon la CPDN du Burkina Faso, une extension de la technique sur 10.000 ha (10% des superficies emblavées de sorgho/mil) dans les zones où elle est pratiquée aurait des effets très significatifs sur la sécurité alimentaire, tout en améliorant les capacités d'adaptation aux changements climatiques: cela permettrait de nourrir annuellement	Dans la province de l'Oudalan où l'expérience est la mieux connue, la restauration d'un ha de pâturage à l'aide de cette technologie permet de produire en moyenne 1.100 kg de MS supplémentaire (par rapport aux zones non aménagées); ce qui permet de nourrir

⁶Dans la province de l'Oudalan, les aménagements de ce type sont réalisés dans des zones pastorales ouvertes à l'accès des animaux mais ils sont surveillés au cours des premières années

Critères d'analyse	Technologies sélectionnées		
	Biodigesteur	Cordons pierreux + Zaï + RNA	Sous-solage/microbassins mécanisés à la charrue <i>Delfino</i> pour réhabilitation de terres à des fins sylvo-pastorales
		40.000 personnes supplémentaires. Les effets en matière d'atténuation seraient notables également: jusqu'à 30.000 tonnes éq CO2 séquestrés ou économisés dans les espaces aménagés par an (INDC-BF 2015).	l'équivalent d'une UBT supplémentaire pendant les 6 mois de la saison sèche. Selon la CPDN du Burkina Faso, l'investissement dans la restauration de chaque ha de terres sylvo-pastorales permettrait à moyen terme de réduire les émissions de GES de 3 Tonnes éq CO2 chaque année.
Sensibilité aux CC	Le biodigesteur est par essence consommateur d'eau mais ne présente pas de sensibilité significative à une augmentation de température dans les limites tolérable pour les processus de fermentation méthanique	La technologie vise globalement à faire face à la réduction des quantités totales des précipitations (sécheresse).	Il s'agit avant tout d'une technologie d'adaptation à sécheresse

4.3 Options de technologies d'adaptation pour le secteur de la foresterie et leurs principaux bénéfices d'adaptation

Comme on peut le voir au chapitre 3.4, les options d'adaptation dans le secteur de la foresterie, tel que défini au chapitre 1.4, sont nombreuses et visent des fonctions multiformes :

- l'aménagement des forêts naturelles et la gestion durable de leurs ressources;
- la conservation de la diversité biologique ;
- la restauration du couvert végétal y compris par la reforestation ;
- l'agroforesterie;
- l'économie de la biomasse comme source d'énergie;

Elles visent les bénéfices suivants en termes d'adaptation aux effets des changements climatiques (Tableau 15).

Tableau 15: Options technologiques identifiées et soumises au processus d'évaluation dans le secteur « foresterie »

Options technologiques secteur de la foresterie	Description	Avantages	Principaux bénéfices d'adaptation
Aménagement et gestion des forêts naturelles : élaboration/actualisation et mise en œuvre de plans d'aménagement et de gestion (PAG)	<p>La pratique d'aménagement des forêts naturelles (classées ou protégées) est un ensemble de stratégies et actions de mise en valeur, consignées dans un plan d'aménagement et de gestion du massif forestier concerné, pour la satisfaction des besoins des populations en produits forestiers ligneux (bois de feu, bois de service et d'œuvre) et non ligneux (fruits, fleur, feuilles, fourrage, écorce, racines, etc.) et pour la préservation des ressources forestières. Les plans d'aménagement et de gestion (PAG) sont élaborés, sous la conduite de techniciens forestiers spécialisés en aménagement forestier, avec la participation active des populations riveraines et autres groupes d'utilisateurs des forêts.</p> <p>L'aménagement des forêts naturelles intègre les mesures d'enrichissement mais aussi les actions de restauration des zones dégradées par plantation, régénération naturelle assistée, semis direct et construction d'ouvrages antiérosifs dans les espaces sensibles.</p> <p>La gestion des ressources des forêts aménagées se fait sur la base du plan de gestion qui définit les normes et règles d'exploitation durable (types de produits, quotas de prélèvement, durée de la révolution après exploitation...); ces règles sont édictées sur la base des capacités de renouvellement des ressources forestières lorsqu'elles sont soumises à exploitation, de sorte à ne pas compromettre la pérennité des ressources forestières ni les équilibres de l'écosystème forestier. Les PAG des forêts intègrent en principe les considérations liées</p>	<p>Le résultat recherché par la mise en aménagement d'une forêt naturelle est de renforcer le couvert forestier tout en améliorant sa productivité.</p> <p>L'exploitation et la valorisation des produits forestiers (ligneux et non ligneux) génère ou améliore les revenus des communautés et des acteurs impliqués jusqu'à hauteur de 610 \$US/ha et par an.</p> <p>Au plan environnemental, outre la conservation de la diversité biologique, l'aménagement et la gestion des forêts permettent de maintenir la capacité de séquestration du carbone en limitant la déforestation et en favorisant des actions de compensation de l'exploitation des ressources forestières.</p> <p>Cela contribue sans conteste à atténuer les émissions de CO2 : chaque ha de forêt naturelle aménagée et gérée durablement permet de séquestrer 10,4 tonnes eq CO2 par an.</p> <p>Au total, ils jouent un rôle important dans l'augmentation de la capacité de résilience des forêts aux éventuelles sécheresse ou inondations tout en réduisant la vulnérabilité économique des populations.</p>	<p>L'aménagement des forêts naturelles permet non seulement de rationaliser l'exploitation des produits forestiers dans le but de pérenniser la ressource, mais aussi de protéger et restaurer les portions de forêts dégradées. Le résultat est un renforcement du couvert forestier et une amélioration de sa productivité.</p> <p>Cela contribue sans conteste à atténuer les émissions de CO2 : chaque ha de forêt naturelle aménagée et gérée durablement permet de séquestrer 10,4 tonnes eq CO2 par an.</p> <p>L'exploitation et la valorisation des produits forestiers (ligneux et non ligneux) génère ou améliore les revenus des communautés et des impliqués jusqu'à hauteur de 610 \$US/ha et par an.</p>

	aux effets potentiels des changements climatiques sur la dynamique des ressources forestières.		
Création par les Collectivités Territoriales d'espaces de conservation à vocation communales	<p>Il s'agit moins d'une technologie que d'une action de type projet, destinée à accélérer l'application de la politique nationale de décentralisation dans le secteur forestier, en vue de renforcer la gouvernance locale d'un domaine (les ressources naturelles en général) dont les compétences sont désormais transférées aux Régions et aux Communes.</p> <p>Il s'agit par différents moyens d'incitation aux collectivités territoriales (Communes et Régions), de les encourager, dans les territoires de leur ressort et en partenariat avec les communautés locales, à créer, aménager et gérer des massifs forestiers en vue de constituer progressivement le domaine de conservation prévu par la loi portant code général des collectivités territoriales.</p> <p>Ces massifs forestiers d'une superficie minimale de 5000 ha seront classés ou immatriculés au nom des collectivités et leur gestion concédée sur des bases consensuelles aux communautés villageoises riveraines ou à des groupes d'acteurs locaux.</p> <p>La restauration, l'aménagement et la gestion de ces espaces forestiers se feront selon les règles techniques en vigueur et en utilisant les technologies appropriées.</p>	<p>La création / restauration de massifs forestiers contribuera au renforcement du couvert végétal et à la productivité des forêts naturelles ainsi qu'à l'amélioration de la diversité biologique. Ce qui contribuera à moyen terme (10 ans) à une atténuation des émissions de GES : chaque ha de forêt permettrait de stocker 10,4 tonnes eq CO2 par an.</p> <p>L'aménagement et l'exploitation durable des ressources forestières et fauniques généreront des revenus pour les collectivités territoriales elles-mêmes et pour les acteurs et communautés impliqués, pouvant atteindre jusqu'à 600 \$US/ha/an.</p>	<p>La création / restauration de massifs forestiers contribuera au renforcement du couvert végétal et à la productivité des forêts naturelles ainsi qu'à l'amélioration de la diversité biologique. Ce qui contribuera à moyen terme (10 ans) à une atténuation des émissions de GES : chaque ha de forêt permettra de stocker 10,4 tonnes eqCO2 par an.</p> <p>L'aménagement et l'exploitation durable des ressources forestières et fauniques généreront des revenus pour les collectivités territoriales elles-mêmes et pour les acteurs et communautés impliqués, pouvant atteindre jusqu'à 600 \$US/ha/an.</p>
Zaï forestier	<p>Il s'agit d'un processus de reforestation en associant exploitation agricole et régénération de ligneux.</p> <p>Ainsi, en même temps que le semis de céréales, les poquets de zaï sont ensemencés des semences de ligneux de toutes provenances sélectionnés par le paysan qui entretient les plantules de ligneux ainsi obtenues avec celles</p>	<p>Le zaï forestier, encore mieux que le reboisement, offre à court et moyen terme les avantages suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - amélioration des conditions physico-chimiques- des sols indurés ; - amélioration des rendements en céréales ; - reconstitution d'un couvert forestier ; 	<p>Le zaï forestier est destiné à régénérer les terres dégradées en vue de les transformer en forêts naturelles productives. Pendant les 5 à 10 premières années d'aménagement, la technologie permet de concentrer l'eau de ruissellement et la fertilité pour accroître la production céréalière (voir le Zaï au ...).</p>

	<p>des céréales. A la récolte des céréales, les tiges de sorgho et/ou de mil sont coupées à une hauteur d'environ 10 cm du sol: l'objectif étant que les souches de tiges protègent les jeunes plantules des ligneux contre le broutage et le piétinement des animaux ainsi que contre l'ensoleillement direct. Les jeunes plantules tirent ainsi profit de la fumure organique du zaï pour leur développement. Elles arrivent ainsi à traverser la période difficile de la saison sèche sans arrosage.</p> <p>L'année suivante, en début de saison pluvieuse, les anciens poquets de zaï sont réaménagées pour les semis de céréales en épargnant les plantules des ligneux. Celles-ci profitent à nouveau de la fumure et du travail du sol pour accélérer leur croissance. Pendant ce temps, une portion supplémentaire de sol dénudé subit l'opération de la première année; l'opération est ainsi répétée au fil des années. Les zones dont la couverture ligneuse est suffisamment dense ne font plus l'objet de culture de céréales mais sont protégées et gérées en tant que forêts naturelles, y compris par enrichissement avec de nouveaux plants forestiers.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - reconstitution de la biodiversité végétale et animale ; - production de bois de feu et de service - production de PFNL dont ceux pour la pharmacopée ; - amélioration des revenus et de la sécurité alimentaire ; <p>Les expériences de zaï forestier dans la région de Ouahigouya (cas de Yacouba Sawadogo) sont de véritables laboratoires et lieux de visite pour des étudiants, des chercheurs, etc.</p>	<p>Le semis direct d'espèces ligneuses à usages multiples dans les poquets de zaï permet de stimuler le développement de la végétation ligneuse, principal but de la technologie.</p> <p>Ainsi, à court terme, le zaï forestier permet de doubler les rendements des cultures céréalières et de contribuer à la sécurité alimentaire (cf. tableaux ... et ...)</p> <p>A moyen et long termes (après 10 ans), le massif forestier ainsi formé fournit à ses propriétaires les produits forestiers et les revenus tirés de leur valorisation ; en même temps qu'il contribue à réduire les émissions de GES (cf. plus haut)</p>
Mise en défens	<p>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 à l'écosystème de se reconstituer.</p> <p>Lorsque la mise en défens a pour but d'accélérer les processus naturels de la remontée de la fertilité des sols pour permettre la culture, on est alors dans le cas de la jachère. Elle peut consister également à constituer un espace de production de biens et services forestiers (lutte</p>	<p>La mise en défens favorise la restauration du couvert végétal en général et forestier en particulier, dans un but de conservation ou de valorisation future de l'espace concerné. L'espace mis en défens peut donc être enrichi par des essences locales ou exotiques sélectionnés pour leur valeur ou leurs usages spécifiques (biodiversité, bois, fourrage et autres PFNL...). La forêt naturelle qui sera ainsi constituée remplira à terme les fonctions écologiques et économiques précédemment expliquées : amélioration</p>	<p>La mise en défens favorise la restauration du couvert végétal en général et forestier en particulier, dans un but de conservation ou de valorisation future de l'espace concerné. L'espace mis en défens peut donc être enrichi par des essences locales ou exotiques sélectionnés pour leur valeur ou leurs usages spécifiques (biodiversité, bois, fourrage et autres PFNL...). La forêt naturelle qui sera ainsi constituée remplira à terme les fonctions écologiques et économiques précédemment expliquées : amélioration</p>

	<p>contre l'érosion éolienne et hydrique, stockage de carbone, production de produits ligneux et non-ligneux, de fourrage, etc.).</p> <p>Elle est souvent justifiée par la fragilité ou l'intérêt particulier (économique, social, culturel ou environnemental) d'un écosystème donné ou encore par le besoin de créer un espace forestier dans le terroir villageois.</p> <p>La mise en défens est pratiquée par les agriculteurs et les agropasteurs de manière communautaire. On distingue deux formes de mise en défens :</p> <ul style="list-style-type: none"> - jachère pour reconstitution du sol ; - espace protégé pour bénéficier de produits divers (PFNL, bois de service, plantes médicinales....). 	<p>de la biodiversité, séquestration de Carbone, alimentation du bétail, amélioration des revenus des communautés, etc.</p>	<p>de la biodiversité, séquestration de Carbone, alimentation du bétail, amélioration des revenus des communautés, etc.</p>
Reboisement	<p>Désigné aussi par reforestation (lorsque lorsqu'il s'agit de reconstituer une forêt dégradée) ou par afforestation (lorsqu'il s'agit de recréer un couvert forestier sur un espace initialement dénudé), le reboisement consiste à planter des arbres préalablement élevés en pépinière. Pour réaliser un reboisement, il faut :</p> <ul style="list-style-type: none"> - produire des plants en pépinière (en conteneurs ou en racines nue selon les espèces et les zones climatiques) - réaliser le piquetage du terrain pour baliser la superficie et les points de trouaison, suivi de la trouaison et du rebouchage des trous en inversant les horizons de la terre de déblai. Les trous ronds ou carrés doivent avoir une profondeur et un diamètre d'au moins 60 cm sur 60 cm. Le rebouchage ne se fait pas complètement. Les 5 derniers centimètres ne sont pas remplis afin de matérialiser l'emplacement des trous pour la plantation et pour pouvoir emmagasiner davantage d'eau. 	<p>Le reboisement est généralement réalisé en vue de (i) restaurer un espace plus ou moins dégradé à des fins multiples, (ii) produire du bois (de chauffe, de service ou d'œuvre) ou d'autres produits forestiers non ligneux (fruits, feuilles, fleurs, sève, tanin, fourrage, etc.) et (iii) générer d'autres services environnementaux (protection contre le vent, embellissement, recharge des nappes phréatiques, création d'ombre et de microclimat, etc.).</p> <p>Le reboisement accroît donc l'offre de bois de feu et / ou de service pour les plantations classiques et la production fruitière par la mise en place de vergers. Il permet également l'embellissement et la création d'espaces verts. Le reboisement permet de reconvertir des zones longtemps dénudées en zones boisées.</p>	<p>La fonction du reboisement est de restaurer le couvert forestier par introduction artificielle d'essences intentionnellement sélectionnées. Le reboisement intègre la reforestation et l'afforestation. En plus des avantages liés à la régénération naturelle, assistée ou non (zaï forestier, mise en défens...), le reboisement permet de sélectionner une ou plusieurs qualités de produits forestiers (ligneux et non ligneux) spécifiquement recherchés ou désirés. Cependant, contrairement aux technologies de régénération naturelle, assistée ou non, le reboisement est beaucoup plus sensible à la variabilité des précipitations et donc des changements climatiques.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - planter après une bonne pluie ayant trempé les trous préalablement rebouché(dès la deuxième moitié du mois de juillet où plus tôt si on peut assurer un arrosage/irrigation d'appoint en cas de nécessité) <p>Les résultats du reboisement peuvent être améliorés par l'association de mesures de conservation des eaux et des sols : scarification du sol, association avec des demi-lunes, Zaï forestier ainsi que par la réalisation de pare-feu autour de la zone.</p>		
Protection des berges	<p>Le but visé est la pérennisation des cours et plans d'eau par la lutte contre leur envasement. La sensibilisation des populations riveraines en vue de leur prise de conscience et leur organisation en vue de la participation à l'action sont deux préalables.</p> <p>L'action de protection des berges elle-même consiste alors à</p> <ul style="list-style-type: none"> - libérer la zone de servitude du cours ou du plan d'eau en concertation avec les propriétaires terriens au cas où celle-ci est colonisée ; - délimiter les berges par la matérialisation avec de la peinture sur les arbres ou par pose de bornes. La réglementation en vigueur au Burkina indique que la zone de protection des eaux s'étend sur 100 m de part et d'autre du cours d'eau ; - délimiter des couloirs d'accès (la largeur des couloirs ainsi que la distance qui sépare deux couloirs dépendent de l'importance du cheptel fréquentant le cours d'eau dans une zone donnée). Les couloirs peuvent être matérialisés par des balises ou par une haie vive ; - poser de panneaux de signalisation indiquant les activités interdites (activités 	<p>Augmenter les volumes en eau de surface disponibles, gérer rationnellement les berges des cours et plan d'eau, alimenter les nappes phréatiques sont parmi les bénéfices attendus de l'opération.</p> <p>En plus, la protection des berges des cours et plans d'eau a comme impacts :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'amélioration de la couverture naturelle des berges (végétation et sol) - la réduction de l'érosion; - la réduction de l'envasement des cours d'eau et amélioration du régime des plans d'eau ; - une contribution à la conservation des ressources en eau, du peuplement halieutique, de la faune inféodée à ce genre de milieu et des essences ripicoles très utiles ; - un développement ou une amélioration des revenus des communautés riveraines grâce au développement d'activités économiques liées à la valorisation de l'eau (maraîchage, pêche...); <p>le freinage de l'exode rural.</p>	<p>La protection des berges vise à restaurer le couvert végétal le long des cours d'eau ou autour des plans d'eau ; ce qui permet de protéger les ressources en eau ainsi que leur qualité. Il en résultera l'ensemble des avantages écologiques (réduction de l'érosion, amélioration de la diversité biologique, séquestration de carbone...) et économiques (exploitation et valorisation de produits forestiers non ligneux ; amélioration de la sécurité alimentaire...)</p>

	<p>agro-pastorales, coupe d'arbres, feux de brousse...);</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entreprendre des actions de DRS /CES en fonction de l'état et du niveau de dégradation des berges du cours d'eau : brise-vent, cordons pierreux, enherbement/végétalisation, plantation de ligneux. En cas de plantation, les espèces préconisées sont : <i>Nauclea latifolia</i>, <i>Raphianussoudaneica</i>, <i>Mitragynainermis</i>, <i>Ziziphusmauritiana</i>, <i>Acacia seyal</i>, <i>Bauhinia rufescens</i>, <i>Andropogon gayanus</i>, <i>Parkinsoniaaculeata</i>, <i>Prosopis juliflora</i>, <i>Bambusachinensis</i>, <i>Mangifera indica</i>, <i>Psidiumgoyava</i>, <i>Citrus lemon</i>, etc. - Associer le cas échéant des ouvrages mécaniques (gabions) aux actions de DRS/CES 		
Régénération Naturelle Assistée (RNA)	<p>La régénération naturelle est dite assistée lorsque l'Homme intervient pour accélérer le processus de la régénération naturelle. Il peut s'agir de repérer, de protéger et d'éduquer les jeunes pousses (semis, rejets de souches, drageons, marcottes etc.) qui apparaissent spontanément sur une parcelle donnée. Au lieu d'attendre passivement que les pousses apparaissent (que la régénération naturelle s'installe d'abord) et ensuite les assister, l'Homme peut aussi, dans certains cas, intervenir en amont pour induire l'installation de la régénération et ensuite assister les individus apparus.</p> <p>Ainsi la RNA peut-elle se pratiquer à partir du repérage et de l'entretien des 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. Elle peut consister également au cernage racinaire des espèces ligneuses</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La présence d'une végétation ligneuse augmente le taux de couverture du sol, le protégeant ainsi contre l'érosion éolienne et hydrique et permet d'abaisser significativement la température du sol ; • Elle permet une meilleure conservation de l'humidité du sol ; • Elle augmente la production de matières organiques qui améliorent la fertilité des sols : en effet les litières produites stimulent l'activité biologique (macrofaune du sol et micro-organismes) du sol. <p>La RNA produit des résultats substantiels et remarquables :</p> <ul style="list-style-type: none"> • entretient et/ou augmente la biodiversité biologique ligneuse des espaces aménagés; • accroît dans certaines conditions le 	<p>La présence d'une végétation ligneuse :</p> <ul style="list-style-type: none"> • augmente le taux de couverture du sol, le protégeant ainsi contre l'érosion éolienne et hydrique et permet d'abaisser significativement la température du sol ; • permet une meilleure conservation de l'humidité du sol ; • augmente la production de matières organiques qui améliorent la fertilité des sols : en effet les litières produites stimulent l'activité biologique (macrofaune du sol et micro-organismes) du sol <p>La RNA :</p> <ul style="list-style-type: none"> • entretient et/ou augmente la biodiversité biologique ligneuse des espaces aménagés; • accroît dans certaines conditions le rendement des cultures sèches ;

	<p>aptes au drageonnage et au marcottage terrestre des espèces aptes au marcottage. Les opérations d'élagage et d'éclaircie sont souvent nécessaires pour donner un port dressé aux individus et pour réduire l'encombrement spatial dans les zones agricoles</p>	<p>rendement des cultures sèches ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • augmente la production en biens et services forestiers ; • renforce significativement la résilience des écosystèmes agricoles aux chocs climatiques. <p>Au plan économique, et en l'absence de données d'analyse économique propre spécifiques, on peut cependant retenir que la RNA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • permet la régénération de nombreuses espèces ligneuses agroforestières à moindre coût ; • permet de diversifier, voire d'accroître globalement les moyens d'existence et les revenus agricoles ; • On rappellera utilement que le retour sur investissement (RSI) annuel d'un système intégré « Cordons pierreux + zaï + RNA » à base de <i>Faidherbia albida</i>, <i>Adansonia digitata</i>, <i>Balanites aegyptiaca</i> et d'autres espèces à usages multiples est très important dès que les arbres commencent à produire : $RSI = 180\ 000 / 287\ 500 = 63\ %$ » 	<ul style="list-style-type: none"> • augmente la production en biens et services forestiers ; • réduit les émissions de CO2 et accroît la séquestration de carbone • renforce significativement la résilience des écosystèmes agricoles aux chocs climatiques.
Haies-vives défensives	<p>La haie-vive est une technologie traditionnelle connue dans la plupart des pays du Sahel et traditionnellement utilisée comme moyen de (i) canaliser le bétail au sortir des enclos vers les pâturage ou de (ii) protéger les jardins potagers et autres jardins maraichers contre la divagation des animaux, principalement en saison sèche.</p> <p>C'est au début de la décennie 80 que les chercheurs sahéliens se sont intéressés à la haie-vive comme moyen de remplacer les haies mortes faites de branchages ou de bois coupé dans la végétation naturelle.</p>	<p>Les haies vives défensives sont surtout développées par les petits agriculteurs pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - protéger les périmètres irrigués, les jardins, les vergers contre la divagation des animaux en saison sèche - créer un microclimat favorable aux cultures (effet brise-vent); - fournir des produits forestiers ligneux et non-ligneux. <p>Une analyse financière poussée des stratégies de clôture des jardins maraichers, réalisée dans 4 pays du Sahel</p>	<p>Les haies-vives défensives sont faites pour:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ assurer la protection des parcelles mises en valeur en servant de barrière physique; ✓ créer un microclimat favorable aux cultures (effet brise-vent); ✓ fournir des produits forestiers ligneux et non-ligneux. <p>Elles sont surtout développées par les petits agriculteurs pour protéger les périmètres irrigués, les jardins, les vergers contre la divagation des animaux</p>

	La haie-vive défensive consiste à creuser une tranchée 40 cm de large sur 40 cm de profondeur dans laquelle on plante ou on sème des graines d'espèces arbustives aptes à former une haie dense. La plantation se fait sur deux lignes parallèles écartées de 30 cm entre elles, les plants étant mis en terre tous les 50 cm et en quinconce d'une ligne à l'autre.	(CILSS-ICRAF/SALWA), a montré que, même avec un investissement initial pour établir la haie-vive, les paysans peuvent générer 245 US\$ supplémentaires sur 6 ans, tout en tirant largement profit de ces espèces ligneuses (fruits pour tannage, écorce, bois de chauffe ou fourrage...).	en saison sèche.
Promotion de « Foyers Améliorés Ménages »	Il y a plusieurs types de foyers améliorés selon (i) le matériau utilisé dans la fabrication (métallique, banco, céramique, ciment, etc.), (ii) la mobilité (fixe ou déplaçable), (iii) les dimensions (foyers d'utilisation individuelle, foyers dolo pour de grandes marmites, etc.), (iv) le combustible utilisé (bois, charbon, gaz). Parmi les foyers améliorés, le type Trois Pierres Amélioré (3PA) est le plus vulgarisé du fait de sa construction facile et des matériaux utilisés. Le foyer amélioré 3PA est entièrement construit en banco (paille, bouse de vache, paille) et est composé de trois parties : le corps du foyer, la dalle, les trois pierres, la chambre de combustion et la porte qui permet l'introduction du bois. Le corps du foyer qui a la forme d'un cône renversé dont le volume est celui de la chambre de combustion repose sur la dalle sur laquelle sont fixées les trois pierres. La distance paroi - marmite est la distance qui sépare la marmite de la paroi intérieure du foyer. Elle joue le rôle de cheminée. La distance sol - marmite est la distance qui sépare le fond de la marmite de la dalle (ou plancher) du foyer. Le fonctionnement du foyer amélioré se fait par le système de transfert de chaleur. La combustion a lieu dans la chambre de combustion, et entretenue par un tirage qui s'effectue de la porte vers l'espace paroi - marmite (CPP, Nov 2011).	Les foyers 3PA permettent une économie d'énergie jusqu'à 40 % par rapport aux foyers traditionnels et permettent une économie sur le budget des ménages consacré au bois-énergie pouvant atteindre 40\$US par mois ; sans compter une réduction de 2,5% des dépenses de santé des personnes utilisant les foyers. Au plan environnemental, les foyers améliorés contribuent à la lutte contre la désertification et les effets du changement climatiques à travers l'économie d'énergie : l'économie de bois et la préservation des forêts qui en découle permet de réduire les émissions de CO2 (jusqu'à 1130 tonnes par an pour 1000 FA utilisés régulièrement). Ils contribuent à l'amélioration des conditions de vie des femmes par le confort dans la cuisine et le gain en temps de travail. Les foyers améliorés sont faciles à construire et sont également disponibles sur le marché à des coûts abordables	Permet d'économiser jusqu'à 40% de la consommation du bois-énergie ou jusqu'à 40 \$US sur le budget consacré au bois-énergie ; sans compter une réduction de 2,5% des dépenses de santé des personnes utilisant les foyers. Au plan environnemental, l'économie de bois et la préservation des forêts qui en découle permet de réduire les émissions de CO2 (jusqu'à 1130 tonnes eq CO2 par an pour 1000 FA utilisés régulièrement).

Promotion de « Foyers Améliorés Dolo »	La préparation de la bière de sorgho (dolo) consomme énormément de bois de feu : le foyer amélioré dolo, spécialement conçu pour la préparation du dolo, n'est pas mobile et permet d'alimenter simultanément en énergie 3 à 4 grosses marmites en fonte.	Le jeu de foyers dolo permet de réduire de 36% la consommation et la demande en bois de feu par rapport au système traditionnel et de préserver ainsi les forêts ; son utilisation permet de réduire les émissions de CO2 (jusqu'à 3.400 tonnes par an pour 1000 kits de foyers dolo) Les avantages socio-économiques sont les plus importants : les économies financières, la réduction des risques pour la santé et les dépenses de santé, l'amélioration du confort de travail et des conditions de vie des femmes, etc.	Le jeu de foyers dolo permet de réduire de 36% la consommation et la demande en bois de feu par rapport au système traditionnel et de préserver ainsi les forêts ; son utilisation permet de réduire les émissions de CO2 (jusqu'à 3.400 tonnes eq CO2 par an pour 1000 kits de foyers dolo)
--	---	--	--

4.4 Résultats de priorisation de technologies dans le secteur de la foresterie

4.4.1 Les poids attribués aux critères

Le tableau suivant présente le résultat de la pondération des critères réalisée par le GTS

Tableau 16: Pondération des critères par le groupe de travail sectoriel

	Criterion	Allocation of budget (total = 100)	Weight, %
Criterion 1	Coût	20	20%
Criterion 2	Maturité -Efficacité	15	15%
Criterion 3	Potentiel/Contexte naturel-socioécO	12	12%
Criterion 4	Impacts économiques/Production	15	15%
Criterion 5	Impacts sociaux -Sécurité Alimentaire	15	15%
Criterion 6	Impacts environnementaux/réduction vulnérabilité groupes cibles	15	15%
Criterion 7	Augmentation de la température	3	3%
Criterion 8	Sècheresse (Réduction quantités Eaux et résistance des cultures)	4	4%
Criterion 9	Inondations	1	1%
	Total allocated	100	
	Budget usage	OK	

4.4.2 La notation des technologies

Les résultats de la notation des technologies se présentent comme au tableau 17 ci-après.

4.4.3 La matrice combinant le score et la pondération

Le tableau 18 résume les résultats de la combinaison du score et de la pondération des critères pour les technologies évaluées.

Tableau 17: Résultats de la notation des technologies du secteur de la foresterie

Option	Criterion	Coût de base	Maturité et efficacité	Potentiel/Cont exte naturel-socio-éco	Impacts économiques /productions de biens et services	Accroissement des revenus des groupes cibles	Atténuation émissions de GES/ séquestration de C	Augmentation de la température	Sensibilité à la Sécheresse	Sensibilité aux Inondations
Units	Preferred value	F. CFA	Score de 1 à 5	Score de 1 à 5	Score de 1 à 5	Score de 1 à 5	T. CO2/U/an épargnés séquestrés	Score de 1 à 5	Score de 1 à 5	Score de 1 à 5
		Low	High	High	High	High	High	Low	Low	Low
Aménagement et gestion des forêts naturelles		200000	4	4	5	5	10	1	3	1
Création par les CT d'aires de conservation à vocation communales		200000	4	4	5	5	10	1	3	1
Zaï forestier		210000	4	3	4	4	10	1	4	1
Mise en défens		60000	4	3	4	3	10	1	3	1
Reboisement		250000	4	2	3	2	10	1	4	1
Protection des berges		150000	4	2	5	3	2	1	3	2
Régénération Naturelle Assistée		60000	4	4	4	4	2	1	3	1
Haies-vives défensives		250000	3	3	4	3	2	1	4	1
Promotion de Foyers Améliorés ménage		3000	5	5	5	2	3	1	1	2
Promotion de Foyers Améliorés dolo		150000	5	5	5	2	3	1	1	2

Tableau 18: Matrice combinant le score des technologies et la pondération des critères (secteur foresterie)

Options	Criteria	Coût de base	Maturité et efficacité	Potentiel/ Contexte naturel-socio-éco	Impacts économiques/ productions de biens et services	Accroissement des revenus des groupes cibles	Atténuation émissions de GES/ séquestration de C	Augmentation de la température	Sensibilité à la Sécheresse	Sensibilité aux Inondations	Weighted scores of each option
	Units	F. CFA	Score de 1 à 5	Score de 1 à 5	Score de 1 à 5	Score de 1 à 5	T. CO2/U/an épargnés - séquestrés	Score de 1 à 5	Score de 1 à 5	Score de 1 à 5	
	Preferred value	Low	High	High	High	High	High	Low	Low	Low	
	Weight	20%	15%	12%	15%	15%	15%	3%	4%	1%	
Aménagement et gestion des forêts naturelles		20,24	50,00	66,67	100,00	100,00	100,00	0,00	33,33	100,00	66,88
Création par les CT d'aires de conservation à vocation communales		20,24	50,00	66,67	100,00	100,00	100,00	0,00	33,33	100,00	66,88
Zai forestier		16,19	50,00	33,33	50,00	66,67	100,00	0,00	0,00	100,00	48,24
Mise en défens		76,92	50,00	33,33	50,00	33,33	100,00	0,00	33,33	100,00	56,72
Reboisement		0,00	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	23,50
Protection des berges		40,49	50,00	0,00	100,00	33,33	0,00	0,00	33,33	0,00	36,93
Régénération Naturelle Assistée		76,92	50,00	66,67	50,00	66,67	0,00	0,00	33,33	100,00	50,72
Haies-vives défensives		0,00	0,00	33,33	50,00	33,33	0,00	0,00	0,00	100,00	17,50
Promotion de Foyers Améliorés ménage		100,00									
		0	100,00	100,00	100,00	0,00	12,50	0,00	100,00	0,00	67,88
Promotion de Foyers Améliorés dolo		40,49	100,00	100,00	100,00	0,00	12,50	0,00	100,00	0,00	55,97

Le processus d'évaluation et de priorisation des technologies d'adaptation dans le secteur de la foresterie a donc retenu trois technologies à promouvoir au plan national (cf. Tableau 19) :

1. la diffusion des foyers améliorés pour réduire la consommation du bois-énergie et la pression sur les forêts ;
2. l'aménagement et la gestion durable des forêts naturelles classées et protégées présentant un intérêt économique et écologique significatif ;
3. la multiplication par les collectivités territoriales, en relation avec les communautés rurales, d'espaces forestiers pour la conservation et la production de biens et services environnementaux multiples.

Aucune analyse de sensibilité n'a été nécessaire pour revoir les technologies priorisées dans le secteur de la foresterie. Cependant, la technologie Foyers améliorés a été considérée globalement : FA pour ménages et FA dolo, en raison du fait que seul le coût de construction du FA dolo explique qu'il soit classé différemment du FA ménage.

Tableau 19: Résultat de priorisation des technologies dans le secteur de la foresterie

Ran g	Option	Score Pondéré
1	Promotion de Foyers Améliorés ménage	67,9
2	Aménagement et gestion des forêts naturelles	66,9
3	Création par les CT d'aires de conservation à vocation communales	66,9
4	Mise en défens	56,7
5	Promotion de Foyers Améliorés dolo	56,0
6	Régénération Naturelle Assistée	50,7
7	Zaï forestier	48,2
8	Protection des berges	36,9
9	Reboisement	23,5
10	Haies-vives défensives	17,5

Comme les trois technologies du secteur de l'agriculture, elles font partie intégrante des projets d'adaptation retenus dans les CPDN du Burkina Faso dont la mise en œuvre devrait contribuer à une réduction significative des émissions de GES et à une amélioration de la résilience des communautés nationales, rurales en particulier.

Pour les membres du groupe de travail sectoriel, réduire la consommation du bois-énergie en vue d'atténuer la pression humaine sur les forêts est une priorité de premier plan qui, de surcroît, est à la portée même des ménages les plus pauvres. La promotion de l'utilisation des foyers améliorés devra donc concerner en priorité les ménages pauvres, qui dépendent totalement du bois pour leurs besoins énergétiques, tout comme les grands consommateurs de bois que constituent les brasseries traditionnelles (fabriques de dolo) et les restaurateurs.

La diffusion des foyers améliorés est complémentaire à la promotion des biodigesteurs pour réduire encore plus significativement la pression sur les forêts en vue d'espérer arrêter à terme leur dégradation.

Simultanément, l'aménagement et la gestion participative de l'ensemble des massifs forestiers, classés ou protégés présentant encore un potentiel économique et écologique significatif est le seul moyen d'arrêter leur dégradation liée aux changements climatiques. Le Burkina dispose dans ce domaine de l'une des meilleures (et des plus anciennes) expériences en Afrique de l'Ouest sahélienne.

Enfin, dans le cadre de la décentralisation, l'Etat en transférant les compétences aux communes et régions en matière de protection de l'environnement et de gestion des ressources naturelles (dont principalement les ressources forestières), a décidé de responsabiliser ces dernières et,

avec elles, les communautés rurales, dans la mission de pérennisation de ce capital naturel renouvelable de plus en plus fragilisé. Cette décision devrait, pour porter ses fruits, être accompagnée d'une incitation aux collectivités territoriales à s'approprier totalement la maîtrise des ressources forestières et leur gestion durable avec la participation active des communautés rurales.

L'analyse des membres du groupe de travail sectoriel qui a motivé leur décision a été construite autour des principaux critères suivants (Tableau 20).

Tableau 20 : Principaux critères de sélection des trois principales technologies dans le secteur de la foresterie

Critères d'analyse	Technologies sélectionnées		
	Promotion de Foyers Améliorés pour les ménages	Aménagement et gestion des forêts naturelles	Création par les Collectivités Territoriales d'aires de conservation à vocation communales
Faisabilité	Il y a un foyer amélioré pour toutes les bourses. En effet, le coût unitaire d'un foyer amélioré varie selon le type et le matériau utilisé: si le 3PA n'a pas de coût monétaire direct (il peut acquis par auto-construction, moyennant une assistance technique limitée et accessible au niveau paysan), le foyer métallique amélioré destiné à l'usage des ménages peut coûter jusqu'à 8000 F CFA, tandis que le foyer dolo s'acquiert jusqu'à 150.000 F le complexe à 4 marmites.	Le coût moyen d'aménagement des forêts naturelles est estimé à 200.000 F. CFA (400 \$US) / ha. Il s'agit d'un coût relativement accessible pour des initiatives communautaires de cette nature. En s'appuyant sur les résultats des chantiers d'aménagement existant, on estime que l'activité d'aménagement et de gestion participative des forêts naturelles orientée principalement vers la production de bois de feu est rentable (TRI = 109% selon les données de l'INDC). Cette rentabilité s'accroît fortement lorsqu'on intègre dans les objectifs d'aménagement des activités de valorisation de certains produits forestiers non-ligneux (telle la production de miel)	Les coûts liés à la création de massifs forestiers contribuant aux espaces de conservation des collectivités sont estimés à 200.000 F CFA/ha au maximum (400 \$US) dans l'INDC du Burkina Faso. Ce coût intègre les actions de restauration et de protection en vue d'un aménagement futur.
	L'efficacité des foyers améliorés à réduire la consommation de bois-énergie jusqu'à 40 % par rapport aux foyers traditionnels est établie depuis plusieurs décennies au Burkina Faso.	Le Burkina Faso dispose d'une longue expérience dans le domaine de l'aménagement et la gestion participative des forêts naturelles en Afrique de l'Ouest semi-aride. Les approches, stratégies et outils dans ce domaine sont suffisamment maîtrisés et la diversité des expériences existantes constituent autant d'écoles pour les leçons à tirer en matière de meilleures pratiques.	Il s'agit d'une expérience nouvelle dont l'efficacité dépend de la qualité de la gouvernance locale en général et de celle des ressources naturelle des communes en particulier. La rentabilité de l'action est estimée à 13% en supposant qu'après un délai donné (10 à 15 ans ou moins selon le niveau de dégradation des forêts dans les terroirs communaux) chaque ha commence à générer. Elle s'améliore significativement lorsque les délais pour une mise en aménagement sont réduits
	Le TRI calculé de l'utilisation régulière de foyers améliorés varient de 92% pour le foyer dolo à 166% pour les foyers ménages (CPDN, 2015)		
	Le contexte politique et juridique est favorable à la promotion de la diffusion des foyers améliorés. Au plan socio-économique, la pénurie croissante de bois ou l'augmentation constante de son coût ont considérablement modifié les habitudes de consommation, en particulier dans les centres urbains.	Le contexte politique et juridique a toujours été favorable au développement de cette action; elle le sera davantage avec la décentralisation effective dans le domaine forestier consécutive au transfert des compétences de l'Etat aux Collectivités Territoriales.	La capacité des organes délibérant et exécutifs des CT à intégrer la gestion durable des terres au nombre des priorités du développement local (l'économie du Burkina en général repose encore sur le secteur primaire qui contribue à la réalisation de près de 50% de son PIB), ainsi que le niveau d'implication des communautés


Critères d'analyse	Technologies sélectionnées		
	Promotion de Foyers Améliorés pour les ménages	Aménagement et gestion des forêts naturelles	Création par les Collectivités Territoriales d'aires de conservation à vocation communales
			rurales constituent des facteurs déterminants de réussite de l'expérience.
Impacts en termes de Développement Durable	Un FA permet d'économiser 36 US\$ par an pour le bois de chauffe (IOB, 2013). En même temps, il réduit de 2,5% les dépenses annuelles de santé (1,2 US\$) des utilisatrices. Chaque combinaison de Foyer dolo (brasserie) permet d'économiser 36% de bois par rapport au système traditionnel, soit 3,2 tonnes/an, soit environ 400 \$US d'économie annuelle (INDC). On considère autant d'utilisatrices que de foyers dolo dont les dépenses de santé sont réduites de 1,2 \$ par an	L'impact attendu de la mise en aménagement d'une forêt naturelle est le renforcement du couvert forestier tout en améliorant sa productivité. L'exploitation et la valorisation des produits forestiers (ligneux et non ligneux) génèrent ou améliorent en effet les revenus des communautés et des acteurs impliqués jusqu'à hauteur de 610 \$US/ha et par an.	L'aménagement et l'exploitation durable des ressources forestières et fauniques généreront des revenus pour les collectivités territoriales elles-mêmes et pour les acteurs et communautés impliqués, pouvant atteindre à terme jusqu'à 600 \$US/ha/an.
	Au plan environnemental, les foyers améliorés contribuent à la lutte contre la désertification et les effets du changement climatiques à travers l'économie d'énergie : l'économie de bois et la préservation des forêts qui en découle permet de réduire les émissions de CO2 (jusqu'à 1130 tonnes par an pour 1000 FA utilisés régulièrement). L'utilisation des foyers dolo permet de réduire les émissions de CO2 (jusqu'à 3.400 tonnes par an pour 1000 kits de foyers dolo) L'utilisation des FA contribue à l'amélioration des conditions de vie des femmes par le confort dans la cuisine et le gain en temps de travail.	Au plan environnemental, outre la conservation de la diversité biologique, l'aménagement et la gestion des forêts permettent de maintenir la capacité de séquestration du carbone en limitant la déforestation et en favorisant des actions de compensation de l'exploitation des ressources forestières. Cela contribue sans conteste à atténuer les émissions de CO2 : chaque ha de forêt naturelle aménagée et gérée durablement permet de séquestrer 10,4 tonnes eq CO2 par an. Au total, l'aménagement et la gestion participative des forêts naturelles jouent un rôle important dans l'augmentation de la capacité de résilience des forêts aux éventuelles sécheresse ou inondations tout en réduisant la vulnérabilité économique des populations.	Sur le plan environnemental, la création / restauration de massifs forestiers contribuera au renforcement du couvert végétal et à la productivité des forêts naturelles ainsi qu'à l'amélioration de la diversité biologique. Ce qui contribuera à moyen terme (10 ans) à une atténuation des émissions de GES : chaque ha de forêt permettrait de stocker 10,4 tonnes eq CO2 par an.
Sensibilité aux CC	L'utilisation de foyers améliorés ne présente pas de sensibilité particulière aux CC	En termes de vulnérabilité, l'évapotranspiration est le facteur climatique stimulant principal (tendance stable à haussière) qui vient renforcer les risques et pourrait compromettre la durabilité du développement des écosystèmes forestiers et des services qu'ils peuvent rendre aux communautés humaines.	


LISTE DES REFERENCES

1. Burkina Faso, sept 2015. Contribution Prévue Déterminée au niveau National au Burkina Faso (CPDN)
2. CILSS, 2015. Etude bilan des acquis du CILSS en matière de Lutte Contre la Désertification. Rapport final
3. CILSS/Commission Européenne, Décembre 2012. Bonnes pratiques agro-sylvo-pastorales d'amélioration durable de la fertilité des sols au Burkina Faso
4. CILSS/CIS, 2009. La transformation silencieuse de l'environnement au Sahel : impacts des investissements publics et privés dans la gestion des ressources naturelles
5. GEF/UNEP/UNEP-DTU-Partnership, Sept 2015. Guide séquentiel pour les pays qui mènent une Évaluation des Besoins Technologiques.
6. GEF/UNEP, Aout 2011. Technologies pour l'Adaptation au Changement Climatique : le secteur de l'agriculture. Série des Livrets TNA
7. GEF/UNEP, Nov. 2010. Les Technologies pour l'Adaptation au Changement Climatique: l'érosion et l'inondation des côtes. Série des Livrets TNA.
8. GEF/UNEP/UNEP-DTU Partnership, Juin 2015. Identification and Engagement of Stakeholders in the TNA Process: a Guide for National TNA Teams
9. GEF/UNEP, Avril 2011. Technologies pour l'Adaptation au Changement Climatique : le secteur de l'eau. Série des Livrets TNA
10. ICRISAT, Mars 2016. Bilan des expériences de restauration des terres dégradées pour la sécurité alimentaire au sahel : cas du Burkina-Niger. Rapport final
11. Laboratoire d'Analyses Mathématiques des Equations (LAME), juillet 2011. Elaboration du PANA Programmatique du Burkina Faso. Etudes de modélisation climatique, d'évaluation des risques et d'analyse de la vulnérabilité aux changements climatiques : évaluation des risques et de la vulnérabilité aux changements climatiques.
12. MEDD/SP-CONEDD/CPP, Novembre 2011. Les bonnes pratiques de gestion durable des terres au Burkina Faso
13. MEDD/UICN, Juin 2011. Catalogue de bonnes pratiques d'adaptation aux risques climatiques au Burkina Faso.
14. MERH/SP-CONEDD/Programme EBT, Mai 2015. Plan de Travail Annuel 2015
15. MERH, mars 2015. Plan National d'Adaptation aux changements climatiques (PNA) du Burkina Faso. Volume principal, version finale.
16. MERH/SP-CONEDD, Janvier 2003. Programme sur les besoins technologiques et modalités de transfert de technologies écologiquement rationnelles au titre de la convention cadre des nations unies sur les changements climatiques : Rapport définitif.

17. Ministère Néerlandais des Affaires Etrangères, Nov. 2013. Évaluation d'impact des foyers améliorés au Burkina Faso: Étude de l'impact de deux activités bénéficiant du soutien du Programme de promotion des énergies renouvelables (IOB). 104p.
18. Partenariat PNUE DTU. Mai 2015. Evaluer et prioriser les technologies d'adaptation au changement climatique; Orientations pratiques pour une analyse multicritères et l'identification et évaluation de critères afférents.
19. République de Côte d'Ivoire, Mars 2013. Evaluation des besoins technologiques et plans d'action technologiques aux fins d'adaptation aux changements climatiques.
20. Tiré à part. Evaluation des besoins technologiques. Annexe 1 : énoncé des travaux
21. UNEP/UNEP-DTU-Partnership. Content of the TNA Report for adaptation
22. UNEP/ UNEP-DTU Partnership, 2014. Organisation du Processus d'Evaluation des Besoins en Technologie (EBT) : Une Note Explicative. Version révisée novembre 2014
23. UNEP/UNEP-DTU. *Méthodologie pour l'Evaluation des Besoins Technologiques (TNA) : un aperçu*. Présentation Atelier TNA Saly, 2015
24. UNEP/UNEP-DTU. *Evaluation des Besoins Technologiques (TNA): Modèles en matière de formulation de rapports*. Présentation Atelier TNA Saly, 2015
25. UNEP/UNCCD/CTCN/UNIDO. *Dimensions politiques de l'EBT : Ouvrir la voie pour la mise en œuvre*. Présentation Atelier TNA Saly, 2015

Annexe I: Les fiches de technologies d'adaptation dans le secteur de l'agriculture

Technologie 1: Cordons Pierreux végétalisés		Illustrations (photos graphiques)
Introduction	La péjoration climatique vécue dans le Sahel Ouest-africain depuis plus de 40 ans est accompagné d'un processus de désertification caractérisé par une dégradation des sols et du couvert végétal et une érosion de la diversité biologique végétale et animale. Freiner les pertes d'eau par ruissellement, améliorer l'infiltration des eaux de pluie et réduire par la même occasion l'érosion hydrique sont apparus comme une exigence de premier ordre pour adapter les systèmes de culture pluviale au nouveau contexte. C'est dans ce cadre que la recherche scientifique s'est penchée sur une technologie traditionnellement connue dans les zones à fortes pentes de la Région: les cordons pierreux.	
Description de la Technologie	<ol style="list-style-type: none"> 1. Déterminer une courbe de niveau à l'aide du niveau à eau, du triangle à sol ou par un levé topographique. 2. Matérialiser la courbe par le traçage à l'aide de daba ou pioche, dent IR12 en traction bovine ou par tracteur, etc. 3. Ouvrir un sillon d'ancrage de 10 à 15 cm de profondeur et de 15 à 20 cm de largeur sur la ligne tracée. 4. Déposer une ligne de grosses pierres et renforcer en aval avec une autre ligne de petites pierres. 5. Ramener la terre du sillon pour consolider l'assise du cordon pierreux. 6. Espacer de façon optimale entre 23 et 45 m les cordons. 7. Pour une viabilité du caractère filtrant, végétaliser le cordon en plantant des espèces herbacées ou arbustives (<i>Andropogon sp.</i>, <i>Vetiveria zizanioides</i>, <i>Acacia nilotica</i>, <i>Ziziphus mauritiana</i>, <i>Bauhinia rufescens</i>, <i>Piliostigma reticulatum</i>, etc.). 	
Statut	Les cordons pierreux sont une technologie endogène améliorée au fil du temps par la recherche agricole et environnementale. Elle est bien maîtrisée par le monde paysan en raison de la simplicité des outils de sa mise en place et largement diffusée à travers le Burkina Faso.	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	Les cordons pierreux s'adapte à la zone nord soudanienne et sahélienne, pluviométrie de 300 à 900 mm/an. Est aujourd'hui présent même en zone soudanienne (pluviométrie \geq 900 mm). Les cordons pierreux sont utilisés sur les terrains à pente faible ou moyenne. De façon générale toutes les terres de production agro-sylvo-pastorales sont concernées. Mais ce sont des terres à vocation agricole qui sont le plus souvent aménagées (champs cultivées ou terres incultes en voie de mise en culture). La technologie est connue dans tous les pays du Sahel	

Coûts, incluant le coût de mise en œuvre des options d'adaptation	Les coûts de réalisation des cordons pierreux sont plombés par le coût de transport des moellons : celui-ci doit être nécessairement réalisé à l'aide de camions bennes lorsque les superficies à couvrir sont importantes et/ou que le matériau n'est pas disponible à proximité des terres à aménager. A ce jour, les coûts de réalisation atteignent 130 000 FCFA / ha (source : actualisé de PNGT2).	
Efficacité de la technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Les cordons pierreux sont une technologie destinée à dissiper les eaux de ruissellement et à favoriser ainsi l'infiltration des eaux de pluie. Ils réduisent du même coup l'érosion hydrique et conservent la fertilité des sols: avec un écartement de 33 m entre les cordons, le ruissellement est réduit de 12% et les pertes en sols sont réduites de 46%. • Le taux d'humidité moyen par parcelle est d'autant plus élevé que l'espacement entre cordons est plus faible. L'humidité du sol en amont immédiat des cordons pierreux est plus importante que sur le reste du champ. • Ils permettent d'améliorer l'efficacité agronomique des fertilisants organiques, minéraux et organo-minéraux apportés sur les champs. • Ils améliorent la productivité des sols par le captage et la rétention des particules organiques transportées par l'eau. • Ils favorisent par ailleurs le colmatage des rigoles en amont des diguettes. • Les cordons pierreux sont ainsi utilisés, associés notamment au zaï, au paillage avec ou sans travail su sol, pour réhabiliter les sols encroûtés et dénudés, y compris à des fins de sylvo-pastorales. • En zone soudanienne, les cordons pierreux et autres diguettes en pierres sont d'abord des moyens de protection contre l'érosion ou servent à protéger les champs de l'excès de ruissellement provenant des plateaux. 	
Rentabilité économique	Les taux de rentabilité calculés au Burkina Faso sont de 27% pour les cordons pierreux seuls et de 95% lorsque les cordons pierreux sont associés au zaï.	
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	<p>L'accroissement des rendements résultant de l'aménagement en cordons pierreux serait en moyenne de +39% en grain et +21% pour la paille dans 4 pays concernés par l'étude sahel (Burkina, Mali, Niger et Sénégal) ; ce qui correspond à un gain de 200 kg en moyenne. Lorsqu'il est associé au zaï, le gain de production peut atteindre +118% pour le grain et +56% pour la paille (CILSS, 2009).</p> <p>En année de pluviosité déficitaire, le gain de production en grain est de +109% (doublement des rendements par rapport aux champs non traités). En année de bonne pluviométrie (périodes sèches moins fréquentes), les gains de production varient de 20 à 70%.</p>	
	La plantation de ligneux pour stabiliser les cordons de pierres fournit à moyen terme aux ménages des produits forestiers ligneux (bois de feu) mais surtout des PFNL dont la	

	<p>nature et la valeur dépendent des espèces choisies: fourrage, feuilles, fruits ou gomme...</p> <p>La production additionnelle de céréales sèches résultant de l'aménagement des terres de culture en cordons pierreux végétalisés permet de nourrir 1,5 à 2 personnes supplémentaires par ha mis en valeur (à raison de 190 kg/pers/an); ce qui améliore d'une certaine façon le niveau de sécurité alimentaire des ménages.</p> <p>En plus de l'enrichissement biologique des espaces agricoles ainsi aménagés grâce à la plantation de ligneux, cette technologie permet d'économiser / séquestrer l'équivalent de 3 tonne CO2/ha et par an (CPDN, 2015),</p>	
Efficience: accessibilité aux ressources et aux capacités des utilisateurs	<ul style="list-style-type: none"> • La mise en œuvre de cette technologie ne requiert pas un niveau d'éducation particulier. 5 jours de formation pratique à la maîtrise de la technologie suffisent pour un groupe de praticiens paysans (ex. 5 paysans pilotes déjà formés peuvent être utilisés comme formateurs par village). • Cependant, les facteurs qui limitent l'expansion de la technologie (disponibilité des moellons, frais de collecte et de transport) la placent souvent hors de portée des paysans les plus pauvres s'ils doivent investir individuellement. Seuls les aménagements collectifs subventionnés par des projets permettent à ces derniers de bénéficier de ces investissements. 	
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	<ul style="list-style-type: none"> • Technologie simple et efficace, lorsque combinée avec d'autres techniques biologiques ou physiques ayant une couverture spatiale uniforme (paillage, zaï). • Particulièrement faite pour l'agriculture paysanne en ce qu'elle est compatible avec les travaux mécanisés du sol, en particulier les opérations à traction animale. 	
Obstacles à la diffusion	<ul style="list-style-type: none"> • Difficulté à mettre en place dans les zones à faible disponibilité en moellons. • Main d'œuvre importante pour la réalisation des diguettes. • Disponibilité de la matière organique et/ou maîtrise des techniques de compostage. • La disponibilité et le coût de transport des moellons restent les grands facteurs limitants d'une mise à l'échelle de cette technologie. De même, un des inconvénients majeurs d'une mise à l'échelle (une multiplication des aménagements en cordons pierreux et autres digues filtrantes) est qu'elle engendre une fragilisation des collines ferrugineuses d'où sont collectées les pierres ; lesquelles sont désormais exposées à l'érosion et à la dégradation accélérée de leur couvert végétal là où il existe encore. • Rendements faibles, en année de pluviosité normale à excédentaire, pour les champs aménagés cordons simples, particulièrement pour ceux dont les lignes de cordons sont rapprochées 	
Besoin de validation par des experts	Aucun	
Délai de mise en oeuvre	Aucun	

Technologie 2: le Zaï (manuel ou mécanisé)		Illustrations (photos graphiques)
Introduction	<p>Le zaï signifie « prendre de l'avance » en langue nationale Mossi du Burkina Faso. Il s'agit d'une technique traditionnelle de récupération des sols encroûtés et dénudés sur les glacis sablo-limoneux, généralement impropres à l'agriculture, à des fins de production agricole (le sorgho en général mais aussi le mil).</p> <p>Sa pratique a été dictée par le contexte de désertification qui a marqué le Burkina Faso et le Sahel en général à partir des grandes sécheresses des années 70.</p> <p>Sa modernisation, sa rationalisation et sa diffusion ont été le fait d'une action conjuguée des paysans eux-mêmes, des ONG nationales et internationales intervenant dans le domaine de la lutte contre la désertification, en relation avec les services de vulgarisation agricole et la recherche agronomique et environnementale.</p> <p>Le zaï est aussi utilisé pour la régénération naturelle assistée des espèces ligneuses à buts multiples (zaï forestier).</p>	
Caractéristiques de la Technologie	<p>Pour réaliser le zaï :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Creuser des cuvettes de 24 cm de diamètre et de 10 à 15 cm de profondeur à l'aide d'une Pioche. Les cuvettes de Zaï sont creusées pendant la saison sèche (novembre à mai) ; 2. Les écartements entre les cuvettes sont de 40 cm soit une densité d'environ 10.000 cuvettes à l'hectare. 3. La taille des cuvettes et leur espacement varient selon le type de sol et selon les régions : elles ont tendance à être plus grandes sur les sols gravillonnaires qui sont peu perméables que sur les autres types de sol (sablo-argileux ou limono-argileux). 4. Déposer la terre excavée en croissant vers l'aval du creux. 5. Disposer les lignes de Zaï perpendiculairement à la plus grande pente du terrain ou suivant les courbes de niveau. D'une ligne à l'autre, les trous doivent être disposés en quinconce, de façon à capter le maximum de ruissellement. 6. Apporter environ 300 g de fumier ou de compost (une poignée d'adulte) par cuvette avant la période des semis. 7. En général, un cordon pierreux est aménagé en amont du champ ainsi traité pour réduire la vitesse des ruissellements sur ces sols encroûtés. 8. Dans plusieurs cas, les espaces demeurés encroûtés sont recouverts de paille sauvage pour augmenter l'infiltration et accélérer l'activité biologique dans le sol. 9. Le semis de céréales est réalisé après les premières pluies (au moins 20 mm). 10. Dans la plupart des cas, le fumier ou le compost issu de fumier contient naturellement des semences d'espèces ligneuses fourragères qui ont transité par le système digestif des ruminants. Le cas échéant, le paysan peut introduire dans la cuvette des semences d'espèces agroforestières sélectionnées par lui. 11. En général, un sarclage localisé suffit la première année. Outre les plantules de 	

	<p>sorgho ou de mil, les jeunes pousses ligneuses sont épargnées et entretenues.</p> <p>Le zaï mécanisé consiste à réaliser les cuvettes grâce aux passages croisés d'une dent RS8 ou IR12 montée sur le bâti d'une charrue à traction bovine, asine ou équine. Il s'agit de réaliser un premier passage dans le sens de la pente du terrain ; l'écartement entre les différents passages correspondant à l'écartement entre poquets est choisi en fonction de la culture prévue (40 cm pour le sorgho ; 60 cm pour le mil). Un second passage perpendiculaire à la pente et croisant le premier passage est réalisé à des écartements correspondent aux écartements entre lignes de semis. Les cuvettes de zaï se situant aux intersections des deux passages de la dent, excaver la terre des points d'intersection et la déposer en aval de chaque cuvette. A l'installation de la culture les lignes de semis seront dans le sens des courbes de niveaux, pour réduire de la vitesse du ruissellement</p>	
Statut	<p>Le Zaï est une technologie endogène bien connue dans les régions Nord, Centre-Nord et du Sahel Burkinabè qui sont les zones de sa diffusion préférentielle. Il est même connu au-delà du territoire de ce pays.</p> <p>Il est utilisé par un nombre sans cesse croissant de paysans dans ces régions, au point de passer pour une technique agricole et environnementale de masse.</p>	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	<p>Le Zaï convient parfaitement aux zones sahélienne, sud sahélienne et nord soudanienne avec des isohyètes allant de 400 à 600 mm. Le Zaï se pratique sur les sols dégradés, encroûtés des climats sahélien, sud sahélien et nord soudanien : l'encroûtement et la dénudation du sol sont les traits spécifiques pour la mise en place du Zai indépendamment du type de sol. Le Zaï se réalise rarement dans les sols de bas-fonds inondables. Le zaï est pratiqué au Burkina Faso, au Niger (où il est appelé « Tassa »), au Sénégal et au Mali.</p>	
Coûts, incluant les coûts de mise en œuvre	<p>Les coûts de réalisation à la main (creusage des cuvettes et apport de matière organique) sont estimés à 60.000 F/ha au moins (coût de location de main-d'œuvre pratiqué dans le Nord du Burkina Faso).</p>	
Efficacité de la technologie	<p>Il s'agit d'un dispositif de collecte et de concentration de l'eau de ruissellement et de la fertilité au bénéfice des cultures (ou des espèces agroforestières sélectionnées). Cette collecte d'eau est favorisée par l'impluvium constitué par les parties encroûtées restantes. Le zaï agit par :</p> <ul style="list-style-type: none"> • accroissement de l'infiltration de l'eau de pluie et de l'eau disponible pour les cultures tout en réduisant les pertes par évaporation; • sédimentation des particules fines dans les cuvettes ; • concentration de la fertilité et amélioration de l'efficacité agronomique des 	

	fertilisants	
Rentabilité économique	<p>Le TRI calculé au Burkina Faso est de 93% pour le zaï pour une culture de sorgho ; il est de 95% lorsque le zaï est associé à des cordons pierreux.</p> <p>Cette rentabilité est encore plus élevée pour le Zaï mécanisé ; les données compilées (CILSS 2015) font état de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bénéfice: surplus de 1000 kg*100 F si sol nu avant • Coûts: – 10 jours homme de main d'œuvre à 1500 F pour la fertilisation soit 15 000 F – location charrue asine à dent à 10 000 F/ha – 4 tonnes de matière organique à 5000 F/t soit 20000 F • Soit un taux de retour sur investissement annuel de 220 % 	
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration significative des rendements agricoles : <ul style="list-style-type: none"> ▪ le zaï seul permet des gains de plus de 300 kg de grain par ha comparativement aux champs non traités : +69% du rendement grain et +50% du rendement de paille. ▪ Par rapport aux cuvettes sans apport de matière organique, le gain de production peut être multiplié par 8 (800 kg/ha de grain de sorgho contre 100 kg/ha) ▪ Associé aux cordons pierreux (comme il est de coutume dans le nord du plateau central du Burkina Faso) ou au paillage, il permet de réaliser des gains supplémentaires de 20% de la production; ▪ Dans ce dernier cas, une amélioration de la qualité du compost par ajout de phosphate naturel ou d'engrais NPK (à 80kg/ha) peut même permettre d'atteindre des gains supplémentaires de 30%. • Contribution à la sécurité alimentaire: La production additionnelle de céréales sèches résultant de l'aménagement des terres de culture en Zaï permet de nourrir 4 personnes supplémentaires par ha mis en valeur (à raison de 190 kg/pers/an) (CPDN, 2015); ce qui permet dans la plupart des ménages ruraux (6personnes en moyenne) d'assurer leur sécurité alimentaire • Impacts environnementaux La pratique systématique du Zaï permet d'économiser/séquestrer l'équivalent de 3 tonne CO2/ha et par an (CPDN, 2015), 	•
Efficience: accessibilité aux ressources et aux capacités des utilisateurs	<p>Le zaï est une technique consommatrice de main-d'œuvre pour la réalisation des trous. Elle est plus difficilement accessible aux paysans les plus pauvres. De même, la disponibilité de matières organiques en quantités suffisantes n'est assurée qu'en mettant à profit l'élevage pour le recyclage des résidus de récolte : la pratique du zaï demande en effet des apports moyens de 3 tonnes de matière organique à l'hectare</p>	

Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	<p>Lorsque la pratique gagne une proportion importante des ménages, elle engendre des comportements collectifs tendant à renforcer la protection des terroirs sylvo-pastoraux contre les feux de brousse, en même temps qu'il accroît le niveau d'intensification de l'élevage pour les besoins de recyclage des résidus de récolte. Il s'agit là d'une opportunité sérieuse pour la lutte contre la désertification et la gestion durable des ressources naturelles.</p> <p>Au regard de la contrainte principale (la main-d'œuvre), le zaï mécanisé semble présenter le meilleur potentiel de mise à l'échelle. Les avantages de la mécanisation du zaï sont nombreux:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rapidité d'exécution: 50 h/ha au lieu de 300 h/ha en manuel (cas du Niger) • Permet de casser des sols encroutés ; • La parcelle produit des rendements au moins de 1000 à 1200 kg/ha contre environ 800 kg/ha avec le zaï manuel. • Hausse également du rendement paille de 4 T à 5 T / ha 	
Obstacles à la diffusion et conditions de durabilité	<ul style="list-style-type: none"> • La principale contrainte de la technologie est la demande en main-d'œuvre pour la réalisation des trous ; ce qui exclue dans bien des cas les paysans les plus pauvres. • Le principal facteur de durabilité est la disponibilité de la matière organique dans les zones où le zaï est le plus pratiqué. • Les inondations temporaires résultant d'une pluviosité supérieure à la normale influencent négativement le développement des cultures dans les trous de Zaï et affectent négativement les rendements. • Enfin, on ne doit pas perdre de vue la contrainte de sécurisation foncière des investissements qui se pose dans de nombreux cas dès que l'espace initialement inculte est restauré grâce au zaï 	
Besoin de validation par des experts	Aucun	
Délai de mise en œuvre	Aucun	

Technologie 3: Zaï + Cordons Pierreux		Illustrations (photos graphiques)
Introduction	<p>L'aménagement des terres de culture à l'aide de Zaï, pour produire des résultats durables, est généralement accompagné de cordons pierreux, soit en amont de la parcelle traitée, le plus souvent dans l'ensemble de la parcelle, dans le but de réduire l'érosion hydrique qui va combler les poquets de zaï.</p> <p>Il s'agit donc d'une innovation très courante au Burkina Faso, consistant à associer les trois technologies ci-dessus dans l'optique de maximiser les effets et les impacts économiques, sociaux et environnementaux.</p> <p>On la rencontre aussi couramment dans d'autres pays du Sahel (notamment la région de Tahoua au Niger ou le bassin arachidier au Sénégal).</p>	
Caractéristiques de la Technologie	L'innovation consiste à traiter d'abord la parcelle à l'aide de cordons pierreux (cf. Technologie 1 en annexe 1) puis, entre les cordons, à creuser le Zaï (cf. Technologie 2 en annexe i)	
Statut	<p>L'innovation bénéficie du même statut que le Zaï, étant entendu qu'elle en constitue une variante améliorée qui est quasi-systématiquement appliquée dès que le paysan décide de traiter ses terres de Zaï.</p> <p>Elle est donc utilisée par un nombre sans cesse croissant de paysans dans ces régions, au point de passer pour une technique agricole et environnementale de masse.</p>	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	La combinaison, comme le Zaï, convient aux zones sahélienne, sud sahélienne et nord soudanienne avec des isohyètes allant de 400 à 600 mm. Elle est pratiquée sur les sols dégradés, encroûtés des climats sahélien, sud sahélien et nord soudanien : l'encroûtement et la dénudation du sol sont les traits spécifiques pour la mise en place du Zai combiné aux cordons pierreux, indépendamment du type de sol.	
Coûts, incluant les coûts de mise en œuvre	Au Burkina, le coût de la combinaison Zaï + Cordons pierreux est estimé à environ 290.000 F CFA/ha (130.000 F pour les cordons pierreux, 60.000 F pour le creusage du Zaï et 100.000 F pour l'aménagement et le remplissage de deux fosses fumières destinées à la production de la fumure organique (SUBSOL et al. 2013).	
Efficacité de la technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Les cordons pierreux réduisent l'érosion hydrique, améliorent l'infiltration de l'eau, accumulent les éléments fins en amont ; • Le Zaï concentre la fertilité et l'eau et joue le rôle d'impluvium ; 	
Rentabilité économique	Les données de rentabilité disponibles portent sur la combinaison zaï+cordonspierreux+RNA (cf. Fiche technologique 4). Sur cette base, le taux de retour sur investissement de cette combinaison est estimé à 45% (CPDN, 2015).	
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux,	<p>L'effet global de cette innovation est une hausse des rendements céréaliers pouvant dépasser 100 %, et une l'amélioration du taux de matière organique du sol. En effet,</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'association Zaï + Cordons pierreux permet d'augmenter fortement les rendements: au nord de Ouahigouya au Burkina Faso, les paysans ayant aménagé leurs champs 	

environnementaux)	<p>de sorgho pluvial avec cette combinaison doublent le rendement par rapport au témoin, en obtenant près de 1500 kg à l'hectare contre 700 kg environ dans la zone sans aucune technique de CES (CILSS, 2015);</p> <ul style="list-style-type: none"> • la production additionnelle ainsi obtenue permet de nourrir au moins 4 personnes supplémentaire pour 1 ha aménagé et mis en valeur; • au plan environnemental, cette combinaison permet d'économiser ou de séquestrer chaque année, 3 tonnes eq CO2 par ha aménagé. 	
Efficience: accessibilité aux ressources et aux capacités des utilisateurs	La technique s'est propagée au Burkina Faso via un réseau de paysans pilote, le MARP. Des voyages d'étude, de paysan à paysan, ont été très utiles pour diffuser la technique. Elle peut également être vulgarisée dans des fermes écoles.	
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	<ul style="list-style-type: none"> • Une extension de l'innovation sur 10 % des superficies actuellement emblavées en mil/sorgho/ maïs dans les régions où elle pratiquée aurait des effets significatifs pour lutter contre l'insécurité alimentaire en s'adaptant au changement climatique : cela permettrait en effet de nourrir un supplément de 5000 personnes (dans la zone de Kédougou au Sénégal) jusqu'à 507 500 personnes (dans la zone de Tahoua au Niger). 	
Obstacles à la diffusion et conditions de durabilité	<ul style="list-style-type: none"> • Le zaï en particulier demande beaucoup de main-d'œuvre ; ce qui n'est pas évident pour les paysans les plus pauvres. • Les risques de gaspillage de la matière organique dans un contexte de faible disponibilité a été l'un des facteurs limitants de la durabilité du système. Cependant, des recherches participatives impliquant les paysans innovateurs ont permis au Burkina Faso de faire des recommandations pertinentes sur les moyens d'optimiser la matière organique dans la pratique du zaï. • Un statut foncier clair est indispensable pour garantir à l'exploitant le bénéfice de ses investissements. • Dans le cas où l'exploitant a peu de bétail, il devra, pour assurer ses besoins de fumure organique pour le zai, nouer des contrats de parcage (de nuit) avec des pasteurs. 	
Besoin de validation par des experts	Aucun	
Délai de mise en oeuvre	Aucun	

Technologie 4: Cordons pierreux + Zaï + RNA			Illustrations (photos graphiques)	
Introduction	Au Burkina Faso comme dans d’autres pays du Sahel (notamment la région de Tahoua au Niger ou le bassin arachidier au Sénégal), on trouve assez souvent une association de deux des technologies que constituent le zai et les cordons ou les cordons pierreux et la régénération naturelle assistée (RNA), mais rarement les trois (Zaï, Cordons pierreux et RNA). Il s’agit donc d’une innovation consistant à associer les trois technologies ci-dessus dans l’optique de maximiser les effets et les impacts économiques, sociaux et environnementaux			
Caractéristiques de la Technologie	Il s’agit en fait d’associer trois techniques classiques : les cordons pierreux, le zaï (voir fiches dans l’annexe i) et une RNA à base de <i>Faidherbia albida</i> , <i>Adansonia digitata</i> , <i>Balanites aegyptiaca</i> et d’autres espèces à usages multiples (voir fiche dans l’annexe ii).			
Statut	Parce que les technologies qui composent cette innovation sont bien connues et maîtrisées au Burkina Faso, la mise en place de telles combinaisons est assez courant dans la bande nord-soudanienne du pays, même si elle reste, en raison du niveau d’investissement requis, le fait de groupes de paysans innovateurs dont le niveau de maîtrise technique est avancé dans les matières touchant la conservation des eaux et des sols en général et la gestion intégrée de la fertilité des sols en particulier.			
Adaptation dans les zones climatiques du pays	La technique reste possible partout où : ✓ les précipitations se situent entre 300 et 800 mm, en zones sahéliennes ou soudano-sahéliennes ; ✓ dans les sols argileux, limoneux ou mixtes avec la possibilité de faibles proportions de sable car le sable bouche rapidement les trous de zaï.			
Coûts, incluant les coûts de mise en œuvre	Les coûts estimés de cette innovation au Burkina Faso sont les suivants:			
	Investissement	Coût à l’ha		Remarque
	Cordon pierreux	130 000 FCFA		Coût moyen avec transport
	Zaï	60 000 FCFA		Coût de la main d’œuvre
	RNA	7500 FCFA		Coût du petit matériel d’élagage (cas de figure sans protection des arbres par un dispositif physique)
	Fosse fumièr	100 000 FCFA pour deux fosses		Coût moyen si sol pas trop meuble
	Total	297 500 FCFA		
Efficacité de la technologie	<ul style="list-style-type: none">• Les cordons pierreux réduisent l’érosion hydrique, améliorent l’infiltration de l’eau, accumulent les éléments fins en amont ;• Le zaï concentre la fertilité et l’eau et joue le rôle d’impluvium ;		•	

	<ul style="list-style-type: none">La RNA vise à adoucir les effets du vent et la température ambiante, en même temps qu'elle fournit des produits forestiers, ligneux et non ligneux, susceptible de générer des revenus directs plus ou moins importants.				
Rentabilité économique	Au nord de Ouahigouya (Burkina Faso), l'analyse économique donne les résultats suivants ;				
	Type de surplus	Quantité	valeur	Valeur totale	
	Grain	Passage de 700 à 1500 kg/ha	150 FCFA/kg	120 000 FCFA	
	Paille	3000 kg de paille	Restitution au sol ; fourrage pour le cheptel de l'exploitation		
	Feuilles de baobab	20 sacs de feuilles au minimum à l'hectare (densité de 20 arbres)	3000 FCFA/sac	60 000 FCFA	
	Total			180 000 F. CFA	
	Nb : d'autres produits forestiers non ligneux peuvent être valorisés : gousses de <i>Faidherbia albida</i> , fruits de <i>Balanites aegyptiaca</i> Le retour sur investissement (RSI) annuel est très important dès que les arbres commencent à produire : $RSI = 180\,000 / 297\,500 = 60,5\%$				
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	L'effet global de cette innovation est (i) une hausse des rendements céréaliers pouvant dépasser 100 %, (ii) l'amélioration du taux de matière organique du sol, (iii) un effet brise vent et (iv) des températures du sol atténuées. En effet, <ul style="list-style-type: none">l'association des trois techniques permet d'augmenter fortement les rendements: au nord de Ouahigouya au Burkina Faso, les paysans ayant aménagé leurs champs de sorgho pluvial avec cette combinaison doublent le rendement par rapport au témoin, en obtenant près de 1500 kg à l'hectare contre 700 kg environ dans la zone sans aucune technique de CES (CILSS, 2015);la production additionnelle ainsi obtenue permet de nourrir au moins 4 personnes supplémentaire pour 1 ha aménagé et mis en valeur;les arbres légumineuses fixent l'azote de l'air, des produits forestiers non ligneux sont commercialisables, les feuilles forment une litière utile pour le zai, celles de l'<i>Acacia albida</i> donnent du fourrage en saison sèche;l'innovation permet d'économiser/séquestrer jusqu'à 8 tonnes éq CO2/ha et par an				
Efficience: accessibilité aux ressources et aux	La technique s'est propagée au Burkina Faso via un réseau de paysans pilote, le MARP. Des voyages d'étude, de paysan à paysan, ont été très utiles pour diffuser la technique.				

capacités des utilisateurs	Elle peut également être vulgarisée dans des fermes écoles.	
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	<ul style="list-style-type: none"> • Une extension de l'innovation sur 10 % des superficies actuellement emblavées en mil/sorgho/ maïs dans les régions où elle pratiquée aurait des effets significatifs pour lutter contre l'insécurité alimentaire en s'adaptant au changement climatique : cela permettrait en effet de nourrir un supplément de 5000 personnes (dans la zone de Kédougou au Sénégal) jusqu'à 507 500 personnes (dans la zone de Tahoua au Niger). • Les effets en matière d'atténuation seraient notables également, en comptant un minimum de 8 tonnes de CO2 stockées par les jeunes parcs à <i>Acacia albida</i>; le stockage de carbone étant ici permanent et total dans les espaces agroforestiers puisque les parcs ne seront jamais coupés. 	•
Obstacles à la diffusion et conditions de durabilité	<ul style="list-style-type: none"> • Le zaï en particulier demande beaucoup de main-d'œuvre ; ce qui n'est pas évident pour les paysans les plus pauvres. • Les risques de gaspillage de la matière organique dans un contexte de faible disponibilité a été l'un des facteurs limitants de la durabilité du système. Cependant, des recherches participatives impliquant les paysans innovateurs ont permis au Burkina Faso de faire des recommandations pertinentes sur les moyens d'optimiser la matière organique dans la pratique du zaï. • Un statut foncier clair est indispensable pour garantir à l'exploitant le bénéfice de ses investissements. • Dans le cas où l'exploitant a peu de bétail, il devra, pour assurer ses besoins de fumure organique pour le zai, nouer des contrats de parage (de nuit) avec des pasteurs. 	•
Besoin de validation par des experts	Aucun	
Délai de mise en œuvre	Aucun	

Source : adapté de « *Les techniques innovantes d'agriculture intelligente face au climat au Sahel* ». CILSS FFEM (Sébastien SUBSOL, Benoît SARR, Ablassé BILGO, ...)

Technologie 5: Demi-lunes (ou micro-bassins) agricoles		Illustrations (photos graphiques)
Introduction	<p>Dans les zones semi-arides du Sahel, lorsque la dégradation physique des sols est avancée avec un encroustement permanent et une perte totale du couvert végétal, capter et concentrer l'eau de pluie devient la première condition pour déclencher le processus de régénération biophysique des terres. La demi-lune ou microbassin fait partie, avec le Zai, des technologies de concentration de l'eau et de la fertilité en vue de déclencher et stimuler les processus de réhabilitation des terres dégradées. A cet égard, la demi-lune peut être utilisée soit pour faire pousser de façon spontanée la végétation naturelle sur les terres sylvo-pastorales dégradées (demi-lunes sylvo-pastorales) soit pour faire pousser des céréales comme le sorgho ou le mil sur des terres initialement dégradées (demi-lunes agricoles). La technologie permet même de stimuler la régénération de la végétation ligneuse grâce notamment au semis direct de semences d'espèces forestières.</p> <p>Pouvant être réalisées à l'aide d'outils manuels, des outils mécanisées ont été mis au point pour l'aménagement de grandes superficies: c'est le cas de la charrue dite <i>Delfino</i>, montée sur un tracteur.</p>	
Caractéristiques de la Technologie	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'implantation de la demi-lune se fait à l'aide d'un compas de 2 m de rayon que l'on fait pivoter autour d'un point central. 2. Les demi-lunes sont disposées sur des lignes perpendiculaires à la pente ou suivant les courbes de niveau et les ouvrages sont disposés en quinconce d'une ligne sur l'autre ; 3. Sur une même ligne, l'écartement est donc de 4 m entre les centres de 2 demi-lunes, tandis qu'entre les lignes d'ouvrages (courbes de niveau), il est de 8 m entre le centre de la demi-lune en amont et celui de l'ouvrage situé en aval. On obtient ainsi une densité de 312 ouvrages par ha. 4. La demi-lune est ouverte (excavée) à l'aide d'une pioche et d'une pelle ou une daba, sur une profondeur de 15 à 30 cm. La terre de déblai ainsi excavée est déposée sur la ligne du demi-cercle, formant un bourrelet semi-circulaire de 0,25 à 0,40 cm de haut, au sommet aplati. 5. Avant les semis, apporter 35 kg de compost ou fumier soit une brouettée dans chaque demi-lune. 6. Le semis se fait à une densité de 20 à 30 poquets/demi-lune selon la culture (mil ou sorgho). 	
Statut	Technologie au point, bien connue et couramment utilisée dans la moitié nord du pays, y compris en utilisant les outils mécanisés comme la charrue <i>Delfino</i> montée sur tracteur.	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	Les demi-lunes sont utilisées sur les sols dégradés, encroûtés des climats sahélien, sud-sahélien et nord-soudanien dans les isohyètes allant de 400 à 600 mm/an. La	

	dénudation et l'encroûtement sont les traits spécifiques pour la mise en place des demi-lunes, généralement sur les glacis et pas dans les bas-fonds. Les demi-lunes sont utilisées pour récupérer et restaurer la fertilité de terres dégradées destinées aux cultures pluviales ou à la régénération de la végétation naturelle ; elles servent aussi à stabiliser les sols sur des pentes fortes et aux abords des ravins. Elles sont connues et pratiquées couramment dans toute la moitié Nord du Burkina Faso mais aussi au Niger, au Mali et au Sénégal.	
Coûts, incluant les coûts de mise en œuvre	Les coûts de réalisation des demi-lunes sont relativement élevés : ils se situent entre 80.000 et 120.000 F. CFA l'hectare au coût actuel de la main-d'œuvre dans la région (CILSS, 2015).	
Efficacité de la technologie	<ul style="list-style-type: none"> • L'efficacité technique des demi-lunes tient en deux facteurs clés : (i) l'augmentation de l'infiltration par la collecte et la concentration du ruissellement et (ii) la concentration de la fertilité par apport de fumure organique. • En raison des quantités d'eau collectées dans chaque micro-bassin, les pertes d'eau par ruissellement sont fortement réduites (voire annihilées selon la hauteur de pluie tombée) ; ce qui contribue sans aucun doute à la recharge des nappes souterraines. 	
Rentabilité économique	Selon les résultats des Etudes sahel conduites dans 4 pays (Burkina Faso, Niger, Mali et Sénégal), l'investissement en demi-lunes est rentable : le TRI atteint en effet +145% en moyenne.	
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	<ul style="list-style-type: none"> • Au Burkina Faso, la combinaison demi-lune + fumier donne une production variant entre 1,2 à 1,6 t/ ha de grains. Les rendements de la demi-lune seule sont multipliés par 15 à 24 avec l'apport de compost. • Au plan régional et selon les résultats des Etudes sahel conduites dans 4 pays (Burkina Faso, Niger, Mali et Sénégal), l'aménagement de terres dégradées à l'aide de demi-lunes engendrent des gains moyens de rendements de +112% en grain et +49% en paille, par rapport aux champs non aménagés. • Certains arbustes qui poussent sur les bourrelets peuvent contribuer à reconstituer la végétation du site s'ils sont bien gérés. • A l'image du zaï, les microbassins peuvent être utilisées pour la régénération de la végétation ligneuse, par introduction de semences d'espèces ligneuses sélectionnées, dans le compost ou le fumer servant à la fertilisation des cultures. Les jeunes pousses sont ainsi entretenues. Au Niger, on parle spécifiquement de « demi-lunes agroforestières ». • De même, des demi-lunes de grand diamètre sont utilisées pour lutter contre le ruissellement au Sénégal (zone de Thiès). 	
Efficience: accessibilité aux ressources et aux	<ul style="list-style-type: none"> • En dehors du coût de la main-d'œuvre et du petit matériel (pour tracer les demi-cercles et creuser), la réalisation des microbassins ne demande un niveau de 	•

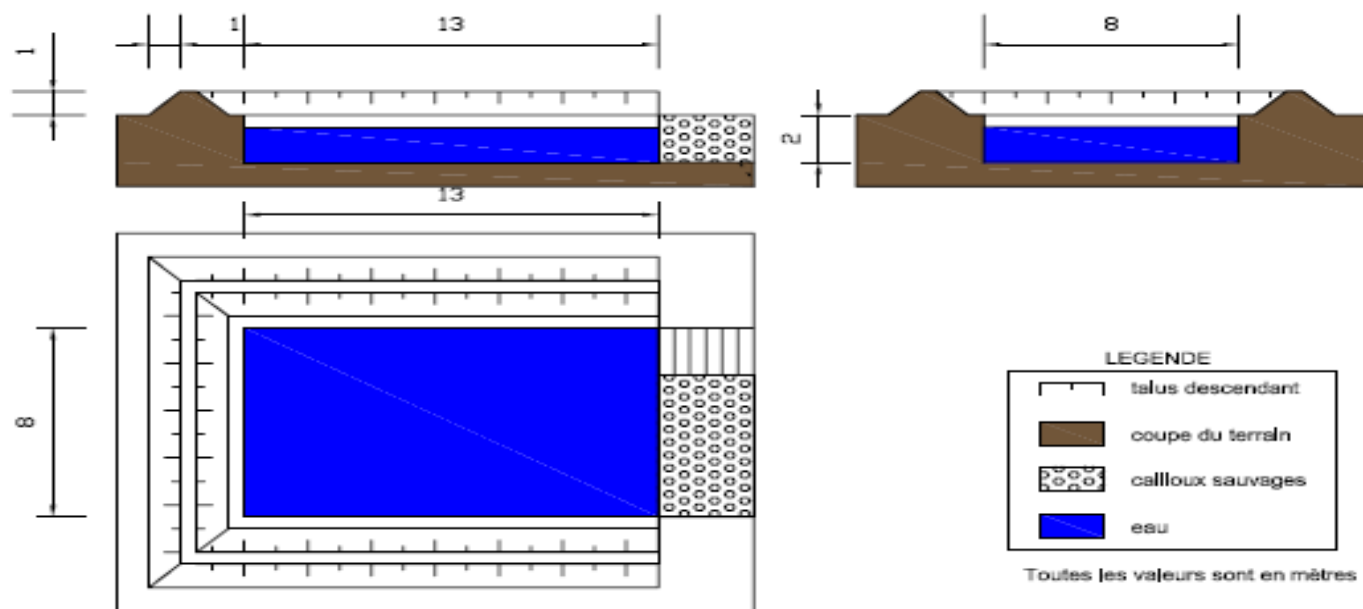
capacités des utilisateurs	formation particulier des utilisateurs: quelques séances d'initiation pratiques à la manipulation du compas suffisent.	
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	<ul style="list-style-type: none"> • Tout comme le zaï, là où la pratique des demi-lunes concerne une proportion importante des ménages, elle renforce la protection des terroirs sylvo-pastoraux contre les feux de brousse, en même temps qu'elle accroît le niveau d'intensification de l'élevage pour les besoins de recyclage des résidus de récolte. Il s'agit là aussi d'une opportunité pour la lutte contre la désertification et la gestion durable des ressources naturelles. 	
Obstacles à la diffusion et conditions de durabilité	<ul style="list-style-type: none"> • Tout comme pour le zaï, l'aménagement des terres à l'aide de demi-lunes requiert une certaine quantité de main d'œuvre ainsi que du petit équipement approprié pour le travail. • De même, et plus encore que le zaï, il faut pouvoir mobiliser au moins 10 tonnes de matière organique (fumier ou compost) pour un ha de terres aménagées • Par ailleurs, la performance de la technologie est optimale seulement sous climat aride et semi-aride : les rendements peuvent en effet être réduits en cas d'inondations temporaires. 	
Besoin de validation par des experts	Aucun	
Délai de mise en oeuvre	Aucun	



Technologie 6: Bassins de Collecte d'Eau de Ruissellement (BCER)		Illustrations (photos graphiques)
Introduction	<p>Dans le contexte actuel marqué par les changements climatiques les épisodes de sécheresse de durée relativement longue sont susceptibles de compromettre les récoltes des ménages pauvres et partant de créer une insécurité alimentaire.</p> <p>Collecter les eaux pluviales afin de permettre une irrigation d'appoint pendant la saison des pluies apparaît de plus en plus comme une solution d'adaptation à ce genre de situations. Parmi les technologies de collecte des eaux pluviales se trouve le Bassin de Collecte des Eaux de Ruissellement (BCER).</p>	
Caractéristiques de la Technologie	<p>Le BCER est un impluvium de collecte et de stockage des eaux de pluies pour des usages multiples. Le BCER, situé en aval du microbassin-versant d'un champ ou en aval d'une voie d'eau (ravine) traversant le champ. Il a les caractéristiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forme: rectangulaire (ou tout autre) ; • Longueur 13 mètres ; • Largeur : 8 mètres ; • Profondeur : 2 mètres ; • Talus : 1/1; • Volume: 300 m² <p>Il doit obligatoirement disposer d'escaliers (4 au moins) pour faciliter l'accès à l'eau stockée à tout moment. Le talutage est fait en fonction de la stabilité (texture et structure) du sol en présence.</p> <p>Des besoins d'étanchéisation (fond et parois) sont souvent nécessaires pour augmenter ou rendre efficient le stockage.</p> <p>Une capacité de stockage pouvant durer 14 jours au moins suffit pour faire face aux effets d'une poche de sécheresse avant la prochaine pluie salvatrice.</p> <p>Des versions étanchéisées de BCER avec de la membrane en polyéthylène ou de la géo membrane sont disponibles pour un stockage de longue durée pour les besoins de pisciculture et de maraichage périurbain notamment.</p>	
Statut	<p>Le BCER est issu de l'amélioration de technologies endogènes (puisards, "Dalan" (Dioula) ou trous de poissons) par adaptation d'expérience venues d'ailleurs (Asie,précisément Inde). La technologie est aujourd'hui l'une des technologies en promotion par Le Ministère de l'Agriculture comme alternative aux épisodes de sécheresses qui compromettent les récoltes des ménages pauvres et vulnérables.</p>	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	<p>Le BCER convient parfaitement aux zones sahélienne, sub-sahélienne et nord soudanienne avec des isohyètes allant de 400 à 600 mm où les pluies sont les irrégulières et donc les poches de sécheresses les plus fréquentes.</p> <p>De plus en plus cependant, la technologie est aussi utilisée comme option de diversification de cultures; car en temps de pluviométrie normale, les eaux stockées servent à réaliser une</p>	


	production maraichère d'hivernage en aval des BCER.	
Coûts, incluant les coûts de mise en œuvre	Les coûts de réalisation à la main (creusage du bassin et étanchéisation) sont estimés à 350.000 F CFA pour les besoins de 0,25 ha en irrigation d'appoint. Le Ministère de l'Agriculture fourni un appui (matériel de creusage pour une valeur de 100.000 f CFA) pour aider les producteurs engagés.	
Efficacité de la technologie	Le BCER permet l'irrigation de complément de cultures pluviales mais aussi la satisfaction d'autres besoins en eau domestiques, ainsi que la recharge des nappes phréatiques. Au plan environnemental, il rétablit ou améliore le fonctionnement du milieu naturel par la création de conditions hydriques appropriées pour la flore et la faune du milieu environnant.	
Rentabilité économique	Non évaluée	
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	L'eau stockée dans un BCER permet l'irrigation d'appoint d'une superficie de 0,25 ha (soit 1 tonne de maïs de production), d'assurer les besoins céréaliers d'un ménage moyen de huit (08) personnes pendant une année. Le BCER en atténuant la perte de récolte permet donc au ménage de s'adapter aux caprices pluviométriques (poches de sécheresse). Le plus grand intérêt socio-économique de la technologie est de sécuriser les besoins céréaliers des ménages pauvres et vulnérables: l'irrigation d'appoint permet par exemple de garantir sur 0,25 ha, 1tonne de céréales pour huit personnes par an. Elle peut permettre en outre de d'accéder, grâce à la diversification de la production, à d'autres sources de revenus qui permettent de réaliser ou de protéger une épargne familiale, y compris par l'acquisition de cheptel. Enfin, comme on le voit, le BCER peut aussi permettre de réaliser des productions particulières comme la pisciculture et la maraîchéculture périurbaine. Tout cela contribue sans conteste au renforcement de la résilience des ménages.	
Efficience: accessibilité aux ressources et aux capacités des utilisateurs	Le BCER est une technique consommatrice de main-d'œuvre pour la réalisation du bassin. Elle est cependant rendue accessible aux paysans les plus pauvres grâce à l'appui technique et logistique fourni par le département de l'agriculture dans le cadre de sa promotion. Une bonne organisation des paysans pour la réalisation des travaux de creusage en groupes facilite davantage l'accessibilité de la technologie.	
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	L'accentuation des effets des changements climatiques ainsi que les options de diversification des productions qui sont offertes, rendent de plus en plus intéressante le BCER. Les exploitations agricoles dans 2/3 du pays sont de potentiels adeptes du BCER	
Obstacles à la diffusion et conditions de durabilité	<ul style="list-style-type: none"> • La principale contrainte de la technologie est la demande en main-d'œuvre pour la réalisation des bassins ; ce qui exclue dans bien des cas les paysans les plus pauvres; • La variabilité des sols (texture et structure) qui caractérise le Burkina peut se révéler comme un frein qui engendre parfois des coûts d'étanchéisation pouvant dépasser les capacités des producteurs pauvres. 	

Besoin de validation par des experts	Oui	
Délai de mise en œuvre	Aucun	

BASSIN DE COLLECTE (CAS N°1)



Technologie 7: Réhabilitation de terres dégradées à des fins sylvo-pastorales par sous-solage à la charrue <i>Delfino</i>		Illustrations (photos graphiques)
Introduction	<p>La récupération des terres dégradées à des fins pastorales consiste en des travaux d'aménagement des terres encroutées et dénudées à l'aide de mesures de conservation des eaux et des sols couplées à des techniques de régénération de la végétation, dans le but d'y permettre une réhabilitation des pâturages.</p> <p>L'objectif visé par ces expériences pilotes au Burkina Faso a été de tester des modèles d'aménagement agro-sylvo-pastoraux durables. Les succès de cette phase pilote ont suscité l'intérêt de nombreux autres intervenants étatiques et non étatiques et ont conduit son extension à d'autres régions du Burkina Faso, notamment en zones sahélienne et nord soudanienne; c'est le cas de l'ONG REACH Italia dans le Sahel burkinabè qui a fait le choix de vulgariser et d'utiliser la charrue <i>Delfino</i> (Botoni et al. 2009. CILSS/FERSOL) .</p>	
Caractéristiques de la Technologie	<p>Les travaux de CES sont exécutés à l'aide de la charrue <i>Delfino</i> couplée à un tracteur. Cet attelage est adapté pour réaliser mécaniquement un sous-solage ou des microbassins (300 par ha de 4 m de diamètre et 50 cm de profondeur).</p> <p>Le sous-solage est réalisé selon les courbes de niveau (ou des microbassins) sont alignés approximativement selon les courbes; s'il s'agit de microbassins, ils sont disposés en quinconce d'une ligne à l'autre. L'ensemencement dans les microbassins ou les ados des bourrelets de sous-solage est fait à base de semences locales. S'il s'agit de demi-lunes, celles-ci reçoivent en même temps du fumier provenant des petits ruminants et contenant outre les nutriments, des graines d'arbustes digérés, les rendant aptes à la germination</p>	
Statut	La récupération des terres dégradées à des fins pastorales est une expérience bien connue dans le Sahel burkinabè..	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	La technologie « <i>Vallerani</i> » du nom de son inventeur a été expérimentée, pour la récupération des terres de glacières en forêts classées, à partir des années 1996-97 par le Ministère en charge de l'environnement dans le cadre d'un projet financé par la FAO dans les provinces du Loroum et du Soum (Nord et Sahel du Burkina Faso) dans des conditions de pluviométrie de 350 à 450 mm et du Kadiogo (partie Nord de Ouagadougou) avec une pluviométrie d'environ 700 mm	
Coûts, incluant les coûts de mise en œuvre	Les coûts d'aménagement d'un ha sont évalués à 73 650 FCFA avec des possibilités de réduction avec une utilisation optimale de l'unité technique mécanique (800 heures de travail par an). Un arbre régénéré revient dans ces conditions à 107 F. CFA (CILSS, FERSOL, 2009)	
Efficacité de la technologie	<p>L'efficacité technique du sous-solage ou des demi-lunes tient en deux facteurs clés :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les microbassins ou les sillons de sous-solage collectent et concentrent l'eau de 	

	<p>ruissellement au cours des pluies, permettant l'accroissement de l'infiltration et l'accélération de la germination des graines et semences;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les bourrelets des microbassins ou les ados du sous-solage, ainsi que le développement de plantes ligneuses et sub-ligneuses piègent les graines transportées par les vents pour rendre plus dense d'année en année le tapis herbacé. <p>En raison des quantités d'eau collectées dans chaque microbassin, les pertes d'eau par ruissellement sont fortement réduites (voire annihilées selon la hauteur de pluie tombée) ; ce qui contribue sans aucun doute à la recharge des nappes souterraines.</p>	
Rentabilité économique	<p>Ces résultats sont obtenus à des coûts compétitifs, l'aménagement d'un ha étant évalué à 73 650 FCFA avec des possibilités de réduction avec une utilisation optimale de l'unité technique mécanique (800 heures de travail par an).</p>	
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	<p>Les résultats obtenus dans le Sahel burkinabè sont impressionnants : les parcelles aménagées ne subissent pas de pression spéciale des animaux⁷ et on estime à 79% le taux de survie des plants contre 20% pour les reboisements classiques. Ces parcelles peuvent produire en moyenne de 1200 kg/MS/ha contre 90 kg/MS/ha sur les parcelles témoins. Une telle production moyenne de matière sèche permet d'envisager la pâture pendant 192 jours d'une unité de bétail tropicale (UTB= bovin adulte de 250 kg)</p> <p>Sur ces parcelles on enregistre également un enrichissement floristique avec le recensement de 44 espèces contre 24 et une forte proportion d'espèces graminées de bonne valeur fourragère.</p>	
Efficience: accessibilité aux ressources et aux capacités des utilisateurs	<p>Sans appui extérieur, la récupération des terres dégradées à la charrue Delfino est hors de portée des moyens des populations. Toutefois, leur forte implication et leur participation constituent la clé de sa mise en œuvre et de sa durabilité.</p>	
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	<p>Cette technologie est une alternative intéressante pouvant être mise en œuvre dans toutes les zones agro-écologiques et conditions pédoclimatiques similaires, pour la récupération, la restauration et l'amélioration des pâturages et des ressources naturelles en général. L'implication des communautés bénéficiaires dans la gestion des espaces ainsi réhabilités, lorsqu'elle est assurée dès la conception du projet, est susceptible d'assurer la pérennisation des résultats obtenus.</p>	

⁷ Il faut noter qu'elle est faite dans une zone pastorale ouverte d'accès libre pour les animaux et que les aménagements sont surveillés au cours des premières années

Obstacles à la diffusion et conditions de durabilité	<p>La technologie est plus productive sur les sols argilo-sableux à argileux, permettant la conservation des ouvrages pour disposer d'un bon niveau de développement de la végétation ;</p> <p>Elle fait appel à un personnel technique qualifié ; cela commande (i) la constitution et la formation d'équipes techniques compétentes, notamment les tractoristes, et une gestion professionnelle de celles-ci ou (ii) de disposer d'une masse critique d'opérateurs compétents et professionnels pour exécuter les travaux.</p> <p>L'une des conditions de durabilité de ces investissements est une forte implication et une participation active des communautés locales.</p>	
Besoin de validation par des experts	Aucun	
Délai de mise en œuvre	Aucun	

Technologie 8: Fauche et conservation de fourrage naturel		Illustrations (photos graphiques)
Introduction	L'extension accélérée des surfaces cultivées les sécheresses récurrentes et les dégradations du couvert végétal sous l'effet des feux de brousse affectent de plus en plus fortement la disponibilité fourragère, particulièrement en saison sèche. On observe ainsi une difficulté croissante d'alimentation des animaux et une importante fluctuation saisonnière des performances de la production animale. Pour pallier cette situation, les éleveurs ont souvent opté pour la transhumance et quelquefois la migration vers des zones écologiques plus favorables (SP-CONEDD, 2011). Ces déplacements sont devenus cependant de plus en plus difficiles en raison de la recrudescence des conflits avec les populations des régions d'accueil. Face à cette situation, les éleveurs doivent trouver sur place les voies et moyens nécessaires pour nourrir leurs animaux.	
Caractéristiques de la Technologie	La technique consiste à prélever le fourrage naturel au moment opportun, à le conditionner en vue de son utilisation en saison sèche. Ce fourrage peut intégrer la production des herbacées (tiges et feuilles) et des ligneux (feuilles, fruits et gousses et écorces de certains arbres et arbustes). La pratique de la fauche et conservation du fourrage intègre un ensemble de choix techniques qui sont : <ul style="list-style-type: none"> - Le choix des espèces à faucher, - Le choix du stade végétatif et de la densité de la végétation au moment d'exploitation, - Le matériel de fauche et de conditionnement à utiliser, - Les techniques de séchage ou fanage, - Les techniques de conditionnement, - Les techniques de conservation ou de stockage, - Les modes de gestion des stocks fourragers. 	
Statut	Technologie bien connue et régulièrement pratiquées au Burkina Faso	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	Sous toutes les latitudes et zones agro-climatiques et sur tous les types de sols au Burkina	
Coûts, incluant les coûts de mise en œuvre	Il faut disposer impérativement d'espace pour faucher (bas fonds, steppes herbeuses, jachères, etc.), de matériel de prélèvement (faucilles, faux, coupe-coupe etc.), de conditionnement (botteleuses), de transport (charrettes, vélos, etc.) et de stockage (fenils granges). Le coût financier peut donc être plus ou moins élevé mais il faut dans tous les cas une main d'œuvre. Le kg de fourrage sec produit coûte 10 à 60 FCFA (CILSS).	
Efficacité de la technologie	Cette pratique combat la dégradation des terres parce qu'elle : <ul style="list-style-type: none"> - permet de contrôler l'exploitation des ressources fourragères par une approche écologique de gestion de l'environnement; 	

	- favorise une bonne gestion de la fertilité par la maîtrise des stocks alimentaires pour l'alimentation du bétail	
Rentabilité économique	Le taux de retour sur investissement (TRI) de l'activité est estimé à 45% (INDC 2015)	
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	<p>La fauche et la conservation du fourrage naturel permet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une plus grande disponibilité en quantité et en qualité de fourrage en saison sèche, • Une meilleure gestion des pâturages, • Une meilleure valorisation du fourrage, • L'intensification de la production animale, • La possibilité d'aménagement des pâturages naturels, • Une réduction des risques de feux de brousse, • la mise en stabulation des troupeaux. <p>La fauche et conservation de fourrage est de plus en plus une activité qui génère des revenus financiers pour les producteurs de foin situés en particulier en milieu péri-urbain.</p> <p>Au cours des saisons à pluviométrie déficitaire, on assiste à des transferts de foin des zones méridionales plus pluvieuses vers les régions septentrionales généralement déficitaires.</p>	
Efficience: accessibilité aux ressources et aux capacités des utilisateurs	La technologie est accessible à tous les agropasteurs, moyennant une formation technique légère.	
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	La demande de fourrage de qualité en saison sèche ira en s'accroissant, à commencer par les milieux semi ou péri-urbains. Au regard des avantages multiples,	
Obstacles à la diffusion et conditions de durabilité	<p>La fauche et la conservation de fourrage naturel est consommatrice de temps à un moment où il subsiste des travaux champêtres (floraison maximal des herbacées pérennes).</p> <p>Elle a un coût minimal lié notamment au matériel d'exploitation (faulx; faucilles et de conditionnement (botteleuses ou gabarits fixes creusés et cimentés) et aux infrastructures de stockage du foin.</p> <p>L'activité nécessite une formation technique, même légère.</p> <p>Enfin, les considérations foncières peuvent limiter l'accès aux espaces de production où le fourrage doit être fauché en vue de fanage</p>	
Besoin de validation par des experts	Aucun	
Délai de mise en œuvre	Aucun	

Technologie 9: Création, aménagement et équipement de 5 zones d'intensification des productions animales (ZIPA)		Illustrations (photos graphiques)
Introduction	<p>Bien que d'importants efforts soient développés par le Gouvernement dans le domaine de l'aménagement, de la sécurisation et de la valorisation des espaces pastoraux en vue d'assurer durablement la sécurité alimentaire du bétail, beaucoup de zones pastorales ne répondent pas suffisamment aux attentes des éleveurs. En effet, ces zones ne permettent pas d'assurer convenablement l'alimentation et l'abreuvement du bétail en période sèche critique et sont sous équipées en général en infrastructures pastorales et socio-économiques de base. De plus, ces zones connaissent aujourd'hui, une occupation anarchique par des champs de culture et la vente des terres par les populations autochtones qui entravent sérieusement la promotion de l'activité pastorale (MRAH, 2013).</p> <p>La création des Zones d'Intensification des Productions Animales (ZIPA) apparait, autant qu'on peut le constater dans certains pays de la sous-région, comme une solution durable et efficace de sécurisation de l'activité pastorale en particulier l'élevage des bovins assurant la production du lait. Il s'agit donc moins d'une technologie au sens strict du terme que d'un projet d'adaptation de l'élevage aux conséquences multiples des changements climatiques. De façon spécifique, chaque ZIPA devrait permettre de:</p> <ul style="list-style-type: none">- aménager et équiper une zone stratégique pour la période sèche critique,- accroître l'offre et le format des ruminants domestiques dans la ZIPA,- protéger les emplois des pasteurs et favoriser leur insertion socio-économique,- réduire la grande mobilité du bétail sur le territoire national et transfrontalier,- transférer le paquet technologique aux éleveurs pour un élevage plus intensif,- développer des bassins laitiers dans chaque ZIPA.	
Caractéristiques de la Technologie	<p>La démarche consiste donc à:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Identifier la zone à aménager: négociation, évaluation, délimitation, étude d'aménagement...✓ réaliser un barrage pastoral dans la zone,✓ réaliser des infrastructures pastorales et autres équipements spécifiques : pare-feux, pistes, parcs de vaccination, magasins, marchés à bétail, mini-laiterie, etc.✓ entretenir les pâturages en saison sèche froide par irrigation selon les possibilités,✓ constituer les stocks fourragers,✓ promouvoir la culture fourragère et la production de semences fourragères améliorées,✓ développer l'agroforesterie,✓ contrôler les maladies animales dans la zone,✓ organiser et former les éleveurs en techniques de production animale,✓ mener des activités d'embouche bovine et ovine et de production laitière,✓ assurer les activités d'insémination artificielle à partir de races améliorées adaptées au	

	climat chaud, ✓ assurer la spécialisation du personnel technique en charge de la gestion des ZIPA.	
Statut	La ZIPA est une innovation que les Services Gouvernementaux en charge de l'élevage souhaitent introduire au Burkina Faso. L'expérience est connue et a fait ses preuves dans d'autres pays de la sous-région dont le Niger	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	L'innovation est particulièrement adaptée au contexte climatique global du Burkina Faso	
Coûts, incluant les coûts de mise en œuvre	Le coût de mise en œuvre d'une ZIPA est estimé à 9,5 Millions \$US sur une durée de 5 ans minimum (CPDN, 2015)	
Efficacité de la technologie	L'innovation devrait, si elle est bien conduite, contribuer de façon significative à atténuer la vulnérabilité climatique des pasteurs et contribuer au développement économique local.	
Rentabilité économique	Le Taux de Retour sur Investissement de l'innovation est estimé à 67% (CPDN, 2015)	
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	La création, l'équipement et la mise en fonction d'une ZIPA devrait permettre, à l'horizon de 15 ans, d'assurer l'alimentation annuelle de 28 500 UBT pendant la période difficile, de produire au moins 600 tonnes de viande et 2 650 000 litres de lait par an. La production de fumier permettra la fertilisation organique de 18 000 ha de terres agricoles chaque année. Au plan environnemental, outre la restauration et la gestion durable des ressources sylvo-pastorales, l'innovation (chaque ZIPA) permet de réduire annuellement, y compris par la séquestration de carbone, les émissions de GES de 60.000 tonnes eq CO2	
Efficience: accessibilité aux ressources et aux capacités des utilisateurs	Il s'agit d'une innovation de portée stratégique que seuls les pouvoirs publics peuvent soutenir, avec la pleine participation active des éleveurs et des agropasteurs. Bien conduite, elle renferme les éléments d'un développement durables des productions animales au Burkina Faso.	
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	Les régions de l'Ouest, du Sud-Ouest, de l'Est et du Sud-Est disposent encore d'un potentiel de ressources naturelles pouvant permettre de créer et rendre fonctionnelles 3 à 5 ZIPA dans les 5 prochaines années.	
Obstacles à la diffusion et conditions de durabilité	Le financement requis est assez élevé. La complexité de l'innovation commande la mise en œuvre de compétences techniques et managériales avérées et expérimentées, ainsi qu'un dispositif de monitoring performant.	
Besoin de validation par des experts	Seules les études d'aménagement et d'équipement de chaque ZIPA permettent d'en évaluer la faisabilité et la rentabilité effectives	
Délai de mise en œuvre	Aucun	

Technologie 10: Promotion de Biodigesteurs		Illustrations (photos graphiques)
Introduction	Face à la raréfaction du bois de chauffe et à l'accroissement de son coût, y compris en milieu rural, les sources alternatives d'énergie tel que le biogaz apparaissent de plus en plus comme des pistes d'avenir qui, en même temps, permettent de renforcer les bénéfices de l'intégration agriculture-élevage, base d'une production agro-sylvo-pastorale durable.	
Caractéristiques de la Technologie	<p>Le biodigester est un dispositif fermé dans lequel se passe un processus naturel de dégradation de la matière organique (déjections de bœufs, de porcs, de volailles, des hommes, ou autres résidus organiques) qui se réalise en absence d'oxygène et qui s'accompagne d'une production de gaz combustible (le « biogaz » qui est composé essentiellement de méthane), et d'un liquide qui est utilisé comme fertilisant du sol ou complément alimentaire pour les animaux. Construit pour la première fois, en Inde, en 1859, plusieurs recherches ont permis d'améliorer la technologie et de l'avoir sous plusieurs formats aujourd'hui. Au Burkina Faso, c'est le biodigester à fonctionnement continu et à dôme fixe (modèle Global GasCompany (GGC) 2047 modifié de 2010 à fin 2014; puis le modèle FASO BIO 15 depuis janvier 2015), qui est vulgarisé.</p> <p>Pour des besoins d'assainissement, la connexion de latrine au dispositif de biodigester, est une option également proposée aux ménages.</p> <p>Plusieurs volumes peuvent être réalisés, des petits (destinés aux ménages), appelés biodigesteurs domestiques aux très grands (biodigesteurs institutionnels).</p> <p>Pour les biodigesteurs domestiques, il est proposé le 4m3, le 6m3, le 8m3 et la 10m3, au Burkina.</p> <p>Implanté sur un espace de dimensions minimales 12 m * 6 m (72 m2) pour celui de 6m3, le biodigester comprend plusieurs parties: un bassin d'entrée ou d'alimentation, le digesteur (corps du digesteur), le dôme, le regard ou trou d'homme (pour les besoins d'entretien), le bassin de sortie, les fosses à compost et un réseau de tuyauterie qui conduit le gaz aux différents points d'utilisation. La construction d'un biodigester de 6 m3 demande de mobiliser des agrégats (10 charretées de sable et 2 de gravier) et du ciment (10 à 11 sacs) ainsi que de l'acier à béton (5 barres HA 8 + le fil de fer recuit) pour fabriquer des briques en parpaing et du béton. L'implantation et la construction sont faites avec le soutien d'un maçon formé à cet effet.</p>	
Statut	<p>Technologie suffisamment bien connue au Burkina Faso et maîtrisée par des personnels techniques formés à leur implantation: Il existe actuellement, 4 entreprises, 8 coopératives de maçons et 10 partenaires de mise en œuvre, dont leurs activités couvrent l'ensemble du pays.</p> <p>Depuis 2009, plus de 8000 biodigesteurs ont été installés dans les ménages avec un taux de fonctionnalité 85% (PNB, 2015). La demande de nouvelles constructions est de plus en plus croissante et atteint la moyenne de 160 Unités par mois en 2016.</p>	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	Tout le territoire national	
Coûts, incluant les coûts de mise en œuvre	<p>Le coût de réalisation du FASO BIO 15 est estimé à 320 000 F CFA en moyenne pour une unité de 6m3. Il comprend:</p> <ul style="list-style-type: none"> - les charges en nature qui couvrent les fouilles, le sable, le gravillon, l'eau, la mobilisation de la bouse, la confection des briques, la réalisation du hangar, la main d'œuvre non qualifiée, le tout évalué à 74 000 F CFA environ; 	

	<ul style="list-style-type: none">- les charges en espèces qui couvrent l'achat de 10 sacs de ciment, 5 barres de fer de 8mm de diamètre, un fil de fer mou, évalué à 86 000 F CFA environ;- les charges en espèces qui couvrent la main d'œuvre du maçons et le matériel spécifique (foyer, lampe, peinture, tuyauterie,etc.), évalué à 160 000 F CFA. Ce montant est actuellement couvert par le gouvernement Burkinabè sous forme de subvention au profit de tout ménage ayant construit le biodigesteur.- Les charges de mise en œuvre du programme (animation, formation, contrôle qualité, organisation des acteurs de l'offre et de la demande) sont actuellement évaluées à 120 000 F CFA par Biodigesteur construit.															
Efficacité de la technologie	<p>Le principe de fonctionnement du biodigesteur est le suivant:</p> <ul style="list-style-type: none">• après construction, un chargement initial est fait avec un mélange de bouse de vache et d'eau à parts égales (X kg de bouse pour X litres d'eau). Ce mélange homogène libère du méthane qui est un gaz de la même famille que le butane (gaz en bouteille);• ce gaz s'accumule dans le dôme et exerce une pression sur la bouse dégradée qui transite de manière hydraulique dans le bassin de sortie.• cette bouse dégradée, appelée effluent, est stockée dans les fosses à compost; après vidange, le compost est utilisé pour la fertilisation ou la récupération des sols.															
Rentabilité économique	<p>Le TRI de la technologie est estimé à 104% (CPDN, 2015) pour l'énergie et 450% pour la production agricole ; Soit un taux de retour sur investissement annuel moyen de 277%.⁸</p>															
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	<p>Le biodigesteur de 6 m3 fonctionnant normalement permet de produire annuellement 730 m3 de biogaz destinés à la consommation des ménages, soit l'équivalent de 29,6 bouteilles de gaz butane de 12,5 kg; ce qui représente une économie quasi-totale du budget (ou de l'effort de collecte) initialement consacré au bois de chauffe ou à l'éclairage.</p> <p>Le compost issu du biodigesteur est un très bon fertilisant organique (biologique) pour la production agricole (céréalière, maraichère et cultures de rente): la quantité de compost sortie d'un digesteur de 6 m3 permet de produire 64 tonnes de compost, de quoi fertiliser 12 ha de terres agricoles.</p> <table><tr><td rowspan="2">Pratiques de fertilisation</td><td colspan="4">Niveau d'amélioration des rendements de différentes spéculations induit par l'utilisation du compost issu de l'effluent du biodigesteur par rapport aux pratiques de fertilisation des producteurs</td></tr><tr><td>Maïs</td><td>Sorgho</td><td>Riz</td><td>Coton conventionnel</td></tr><tr><td>Pratiques paysannes</td><td>65%</td><td>43%</td><td>140%</td><td>154%</td></tr></table>	Pratiques de fertilisation	Niveau d'amélioration des rendements de différentes spéculations induit par l'utilisation du compost issu de l'effluent du biodigesteur par rapport aux pratiques de fertilisation des producteurs				Maïs	Sorgho	Riz	Coton conventionnel	Pratiques paysannes	65%	43%	140%	154%	
Pratiques de fertilisation	Niveau d'amélioration des rendements de différentes spéculations induit par l'utilisation du compost issu de l'effluent du biodigesteur par rapport aux pratiques de fertilisation des producteurs															
	Maïs	Sorgho	Riz	Coton conventionnel												
Pratiques paysannes	65%	43%	140%	154%												



⁸Le fait qu'une technologie soit rentable n'empêche pas que son investissement de base soit élevé et donc hors de portée des paysans pauvres. Ce qui explique la nécessité de la subvention


	Utilisation intensive de l'engrais chimique	3%	5%	22%	14%	
	<p>Les essais agronomiques en milieu paysan ont montré que l'utilisation de ce compost permet d'améliorer la production agricole de 79 à 101%, tout en réalisant des économies sur les achats d'engrais chimiques de 112 500 FCFA par ha au minimum. Cette opportunité est ainsi offerte à plus de 95% des exploitations agricoles du Burkina. La production additionnelle obtenue d'un biodigester de 6 m3 atteint 7,6 tonnes de céréales ; ce qui permet d'améliorer le revenu agricole du ménage, après satisfaction des besoins céréaliers, d'environ 600 000 F CFA ou de nourrir 40 personnes supplémentaires (CPDN, 2015) par an.</p> <p>Sur le volet production animale, il a été observé que la possession d'un biodigester rend le producteur plus réceptif à la pratique de la stabulation des animaux, car en plus des valeurs ajoutées par la production de l'énergie et de l'engrais, l'effluent entre dans l'amélioration de la ration alimentaire de certains animaux comme les porcs, les poissons, les poulets et les bœufs. Il offre ainsi la capacité aux ménages de réduire de 20 à 50%, les charges d'alimentation des animaux</p> <p>Au plan environnemental, le méthane est brûlé (il ne présente plus de danger comme gaz à effet de serre) et permet ainsi, d'épargner entre 1,6 et 3,2 tonnes de bois par an et de préserver ainsi, entre 0,3 et 0,6 ha de forêts naturelles. Comme source de fertilisant organique, un biodigester contribue par ailleurs à la séquestration de près de 4 tonnes (3,62 t) eq CO2 par an.</p>					
Efficience: accessibilité aux ressources et aux capacités des utilisateurs	<p>Pour réaliser un biodigester, le ménage doit disposer d'au moins quatre (4) têtes de bovins ou huit (8) têtes de porcs à domicile (pour la fourniture de bouse et autres crottins); il doit pouvoir mobiliser 160.000 F CFA (315 \$US) représentant 50% du coût de l'infrastructure (le Gouvernement subventionne les 50% restants). En plus de disposer de 72 m2 d'espace, le ménage doit avoir un accès facile à une source d'eau.</p>					
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	<p>La multitude des avantages liés à la possession d'un biodigester en font un produit d'avenir dans le milieu rural burkinabè, si le coût est rendu à la portée du paysan moyen.</p> <p>Le programme qui est chargé de la diffusion de la technologie, le PNB-BF, est reconnu par le système des Nations Unies comme un programme du Mécanisme du Développement Propre (MDP) depuis Septembre 2014.</p>					
Obstacles à la diffusion et conditions de durabilité	<p>Il faut posséder du bétail (au moins 4 têtes de bovins ou 8 porcs) en stabulation ou en semi-stabulation et être capable de mobiliser le ciment, le fer à béton et les agrégats (équivalent 315 \$US).</p> <p>Le coût de base du biodigester (supporté par le ménage), est ramené de 400.000 à 315.000 F CFA (630 \$US), sur lequel le GoBF subventionne 50%. Les 315 \$US demandés en investissement direct et en une fois sont à la portée de plus en plus de ménages ruraux disposant notamment de 2 paires d'animaux de trait: mais reste encore largement hors de portée des plus pauvres.</p>					
Besoin de validation par des experts	Aucun					
Délai de mise en œuvre	Aucun					


Technologie 11: Valorisation des sédiments issus du curage de plan d'eau grâce à la technique du <i>Biochar</i>	Illustrations (photos graphiques)
<p>Introduction</p> <p>L'ensablement ou envasement des plans d'eau constitue une problématique majeure qui impacte négativement sur la disponibilité des ressources en eau. En plus de réduire la capacité de stockage des réservoirs, l'ensablement aggrave les phénomènes d'inondations et accentue l'évaporation.</p> <p>Ce phénomène est aussi parfois à l'origine de la prolifération des plantes aquatiques envahissantes qui constitue de nos jours une menace pour nos ressources en eau en ce qu'elle contribue également à l'assèchement rapide des plans d'eau.</p> <p>Tout cela constitue des entraves aux activités économiques basées sur l'eau (agriculture, pêche, consommation.. etc.)</p> <p>La valorisation des sédiments issus du curage de plans d'eau, grâce à la technique du <i>biochar</i> est une innovation qui s'intéresse beaucoup à la « récupération » c'est-à-dire à l'exploitation des sédiments issus du curage des réservoirs à des fins agricoles, et à l'utilisation des plantes envahissantes pour des besoins agricoles.</p> <p>Cette "récupération" ou valorisation de sédiments ainsi que des plantes envahissantes pour des besoins agricoles apparait comme un concept incontournable pour le développement durable notamment en contexte de changement climatique.</p>	
<p>Caractéristiques de la Technologie</p> <p>Pour réaliser cette technologie:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. extraire les sédiments des plans d'eau (petite retenues d'eau) fortement envasés. C'est un procédé qui se fait manuellement et ne nécessite que la main d'œuvre, des pelles, des brouettes ou charrettes à traction bovine ... 2. les sédiments extraits sont répandus sur les sols fortement dégradés ou sur des sols très pauvres ou excessivement arides 3. arracher ou détruire les plantes aquatiques envahissantes (arracher les plantes de jacinthe d'eau, couper les plantes de typha à environ 50cm sous la surface de l'eau,...) 4. faire sécher ces plantes aquatiques envahissantes et les transformer en <i>biochar</i>. Le <i>biochar</i> est obtenu par pyrolyse de ces plantes aquatiques envahissantes (chauffage à forte température en l'absence d'oxygène). <p>Pour mener cette pyrolyse on utilise un "<i>carbochar</i>" artisanal. Le <i>carbochar</i> artisanal est un instrument en forme de cône ou d'entonnoir renversé avec en sa partie inférieure évasée quelque fentes. Le dispositif a une taille d'environ un mètre ou plus. Un peu de matière à brûler est mis à l'intérieur du cône pour apporter l'énergie qui va entamer la combustion. Les plantes aquatiques séchées sont mises tout autour du cône. On assiste alors à une combustion incomplète qui va aboutir à la fabrication de petits fragments noirs, légers et poreux. Le processus de pyrolyse produit un gaz combustible qui va s'échapper de la cheminée et du <i>biochar</i>.</p> <p>(Remarque: en plus de ces plantes aquatiques envahissantes, les résidus agricoles peuvent</p>	


	<p>également être utilisés pour la fabrication du <i>biochar</i>).</p> <p>5. répandre le <i>biochar</i> obtenu sur les sédiments extraits et déjà répandus sur les sols arides et pauvres; cela dit le <i>biochar</i> peut aussi être répandu directement sur tous les sols notamment ceux qui sont acides.</p> <p>6. un labour est conseillé après cette étape</p>	
Statut	<p>Le <i>biochar</i>, qui est une technologie qui allie gestion des matières résiduelles ou nuisible (plantes envahissantes/biomasse comme matière première pour la fabrication du <i>biochar</i>), gestion de la fertilité des sols et adaptation aux changements climatiques, génère beaucoup d'intérêt partout dans le monde mais n'est malheureusement pas encore connu au Burkina Faso.</p> <p>Le curage manuel des petites retenues d'eau est quant à lui très peu connu au Burkina Faso où il a déjà été pratiqué à Poura par l'ONEA et plus récemment à Kou (en 2015 et en Juin 2016) par le Comité Local de l'eau de la zone.</p> <p>L'arrachage des plantes envahissantes a été fait en mai 2016 par le Comité Local de l'Eau du Kouhoun dans la commune de Satiri.</p>	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	La technologie convient bien au Burkina Faso, pays sahélien où l'insuffisance de la ressource en eau est une réalité et où les sols sont en général très pauvres.	
Coûts, incluant les coûts de mise en œuvre	Le coût de la confection d'un " <i>carbochar</i> " artisanal est estimé à environ 75 000 F. CFA. On évalue à environ 1000 F.CFA le m3 de sédiments extraits par les Comités Locaux de l'Eau (ce coût ne reflète pas le tarif usuel qu'on évalue à entre 4000 à 5000 F. CFA le m3 de sédiments extraits) et à 500 F. CFA le m2 de plantes envahissantes détruites par les soins des mêmes CLE.	
Efficacité de la technologie	<p>L'extraction des sédiments et l'arrachage des plantes aquatiques envahissantes vont permettre d'améliorer la capacité de stockage des retenues ou plans d'eau.</p> <p>Le <i>biochar</i> quant à lui stimule le métabolisme du sol et les défenses immunitaires de la plante qui se défend ainsi contre maladies et insectes. De plus, il agit comme un rétenteur d'eau et convient particulièrement aux sols arides.</p> <p>Ses fabuleuses capacités à absorber les particules pathogènes et à améliorer la disponibilité en eau et en nutriments pour les plantes pourraient ainsi en faire un produit d'avenir.</p>	
Rentabilité économique	La rentabilité économique de cette technologie n'a pas fait l'objet d'évaluation au Burkina. On notera cependant que l'introduction de 300 grammes à un kilo de <i>biochar</i> par m2 permet d'augmenter la productivité des cultures de 50% à plus de 100%.	
Impacts et bénéfices de développement potentiels	<p>Le curage des retenues d'eau et l'arrachage des végétaux aquatiques envahissants vont permettre d'améliorer la capacité de stockage des retenues d'eau et à développer certaines activités économiques liées à l'eau comme l'irrigation, la pêche ou l'aquaculture.</p> <p>L'utilisation du <i>biochar</i> permet d'augmenter la productivité des cultures en zones tropicales</p>	

(économiques, sociaux, environnementaux)	entre 50% et 200% car il maintient une fertilité de longue durée, augmente la séquestration de carbone qui lutte contre le changement climatique. En effet, sur la base de résultats obtenus dans des conditions pédoclimatiques similaires, l'introduction de 300 grammes à un kilo de <i>biochar</i> par m ² permettrait d'augmenter la productivité des cultures pour un pays comme le Burkina de 50% de plus de 100%. Cette seule application créerait et maintiendrait une fertilité de longue durée, tout en augmentant la séquestration de carbone.	
Efficience: accessibilité aux ressources et aux capacités des utilisateurs	La valorisation des sédiments issus du curage de plan d'eau grâce à la technique du <i>biochar</i> est une technologie consommatrice de main-d'œuvre. Elle est plus difficilement accessible lorsque les paysans ne sont pas organisés en groupes actifs et opérationnels. Quant au <i>biochar</i> , l'abondante flore envahissante de nombreux plans d'eau ou tout simplement n'importe quels résidus agricoles en sont la matière première.	
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	Le curage des petites retenues d'eau ainsi que l'arrachage des végétaux aquatiques envahissantes sont déjà pratiqués par des associations d'usagers et les Comités Locaux de l'Eau (CLE)	
Obstacles à la diffusion et conditions de durabilité	Deux facteurs apparaissent comme des obstacles à la diffusion de ces technologies : la méconnaissance actuelle de ces pratiques par le grand public au Burkina Faso et les coûts d'opération, en particulier lorsqu'on a affaire à de plans d'eau d'une envergure significative qui sont, quoiqu'on dise, ceux pour lesquels la rentabilité de ces technologies est la plus probable.	
Besoin de validation par des experts	Si le curage des retenues d'eau, indépendamment de ses coûts, peut être considéré comme connu, Ces technologies ont sans doute besoin d'être développées davantage sur des sites pilotes en vue de convaincre de leur faisabilité et de leur rentabilité	
Délai de mise en œuvre	Aucun	

Technologie 12: Irrigation goutte à goutte (petite irrigation paysanne)	Illustrations (photos graphiques)
<p>Introduction</p> <p>Dans le contexte burkinabè les ressources en eau sont limitées, avec parfois des coûts de mobilisation élevés, l'irrigation goutte à goutte apparaît comme un moyen de réduire la demande en eau pour les besoins de la production agricole ou même pour la culture d'espèces ligneuses de haute valeur. En permettant de fournir à la culture ou à l'arbuste planté une quantité d'eau correspondant juste aux besoins de celui-ci, la technologie rentabilise au maximum chaque unité volumique d'eau d'irrigation. Elle apparaît donc comme un des outils les plus efficaces de promotion d'une agriculture périurbaine tournée vers le marché, y compris lorsque l'eau potable (issue de forage par exemple) peut être utilisée pour l'irrigation. Elle peut se révéler comme une technologie stratégique au plan économique et social partout où l'eau souterraine est mobilisable en grande quantité et à des coûts raisonnables.</p>	
<p>Caractéristiques de la Technologie</p> <p>La mise en place d'un système goutte à goutte commence par la création d'une source d'alimentation en eau (fût pour les systèmes simplifiés ou château d'eau) placée de telle sorte à créer suffisamment de pression pour permettre un bon fonctionnement du réseau.</p> <p>L'installation est donc composée d'une source d'eau, d'une unité de tête, de canalisations principales et secondaires, de porte rampes et rampes et de distributeurs. L'unité de tête comporte les éléments nécessaires au conditionnement et la sécurité du fonctionnement du système. Sa composition est fonction du système (simple ou complexe) avec notamment un compteur, un régulateur de pression, un filtre, une pompe doseur-dilueur, un programmeur, un clapet antiretour, une soupape de décharge, et une ventouse. Pour des systèmes simplifiés comme le système NETAFIM promu par IPALAC (programme Israélien en collaboration avec l'ICRISAT) l'unité de tête se compose simplement d'une vanne d'arrêt principal et d'un filtre. Le système KB-Inde utilise une vanne d'arrêt principal et une mini-pompe. Les distributeurs peuvent être classés selon leur débit de fonctionnement. On distingue alors, les goutteurs et les micro-asperseurs.</p> <p>Les goutteurs qui sont largement diffusés dans les systèmes simplifiés ont un faible débit (1 à 16 litres/heure) et fonctionnent sous une pression relativement faible (1 bar). Dans la pratique, on utilise des goutteurs de 2 litres/heure pour les cultures maraîchères et de 4 litres /heure pour les cultures pérennes (arbres fruitiers, etc.). Selon le type de goutteurs, le mode de fixation sur la rampe peut être en dérivation, en ligne ou intégré.</p> <p>Dans le système NETAFIM, les goutteurs sont intégrés alors que dans le système KB118 Inde, les goutteurs sont placés un à un en fonction des écartements voulus. La tendance va de plus en plus vers les systèmes intégrés au regard de la facilité d'installation sur le terrain.</p>	

	<p>Le système goutte à goutte à basse pression (In MDA/PAC) comprend les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • un réservoir (avec système de remplissage) d'une capacité ; d'environ 5 m³, qui comprend une sortie d'irrigation d'au moins 1 pouce de diamètre placée à 20 cm au-dessus du fond du réservoir; • une vanne manuelle de 1 pouce de filetage femelle ; • un filtre en plastique de 1 pouce de filetage mâle (120 mesh) ; • coudes en polyéthylène à raccordement rapide de 25 mm * 1 pouce filetage femelle; • coudes à raccordement rapide 25 mm ; • un tuyau de distribution LDPE 25 mm classe 2,5 ; • des lignes de micro-goutteurs intégrés ; • des connecteurs de départ ; • prise de connecteur ; • connecteurs pour ligne de goutteurs 8 mm ; • mini poinçon pour connecteurs de départ. <p>A 1 m de pression, les goutteurs ont un débit de 0,3 l/h. Ce système peut fonctionner à 1-1,2 m de pression tout en maintenant une distribution d'eau égale le long des lignes d'irrigation.</p>	
Statut	La technologie est relativement bien connue au Burkina Faso et est plus largement utilisée à petite échelle dans le milieu rural pour les besoins de l'irrigation de contre-saison (cultures maraîchères).	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	Le système « goutte à goutte » est utilisé dans toutes les zones arides et semi arides, sur tout type de sol cultivable, et particulièrement dans les périmètres irrigués et jardins maraîchers, ou encore pour les plantations arboricoles.	
Coûts, incluant les coûts de mise en œuvre	Pour des jardins familiaux, le coût de mise en place de l'irrigation peut atteindre 2500 FCFA pour 50 m ² . Pour une irrigation avec kit goutte-à-goutte, il faudrait environ 2 500 000 FCFA/ hectare (SP-CONEDD/CPP, 2011)	
Efficacité de la technologie	L'eau est livrée goutte à goutte et à petite dose à chaque pied mais de façon étalée dans le temps ; ce qui permet seulement l'humidification d'une fraction du sol, celle la plus explorée par le système racinaire des cultures irriguées. La technologie permet ainsi de limiter les pertes d'eau par évaporation et par percolation. Elle permet également la fertilisation directe par l'eau d'irrigation appelée <i>fertigation</i> . Les performances au niveau des sols lourds est de 2 à 4 cm / heure et pour les sols légers > 50 cm / heure. Ainsi, finie la question des pluies trop intenses destructrices des sols fragiles !	
Rentabilité	La technologie est très efficace pour l'atteinte de la sécurité alimentaire et améliorer	

économique	<p>les revenus des producteurs:</p> <p>Pour une exploitation de <i>Moringa oleifera</i> à Dano (Sud-Ouest du Burkina Faso), le coût de revient du kg de feuilles fraîches = 3,5 fois moins cher (245 F/kg contre 705 F/kg) qu'avec une irrigation par aspersion/pompage.</p> <p>Pour une culture de tomate à Ségou (Mali)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Charges totales = 38.134 F • Produits = 108 900 F 		
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	Système de production	Performances	
	Verger de <i>Moringa oleifera</i> au Burkina Faso (Dano)	<ul style="list-style-type: none"> • 40% d'économie d'eau par rapport à un système d'aspersion par pompage ; • + 28% de rendement foliaire (4,6 tonnes contre 3,6 tonnes de feuilles fraîches /ha) 	
	Culture de tomate à Ségou (Mali)	<ul style="list-style-type: none"> • 30% d'économie d'eau par rapport au témoin (irrigation classique locale) • Gain de rendement : +118% 	
	<p>Dans la vallée du fleuve Sénégal (région de Matam), les Sociétés d'Intensification de la Production Agricole (SIPA) sont des SARL regroupant 150 jeunes sous contrat de production sur une exploitation agricole moderne de 20 à 40 ha, constituée autour d'un forage à haut débit ($\geq 100 \text{ m}^3/\text{h}$) qui alimente un système d'irrigation « au goutte-à-goutte » et qui permet 2 à 3 campagnes de production dans l'année. Grâce à un choix de spéculations destinés au marché, à des circuits de distribution et à un système de financements étudiés, ces entreprises agricoles procurent un revenu net annuel de 600.000 FCFA minimum ; ce qui réduit considérablement l'exode rural dont la région est un des principaux points de départ.</p>		
Efficience: accessibilité aux ressources et aux capacités des utilisateurs	<p>Le coût de l'investissement de base est le principal facteur limitant la promotion d'une technologie performante et économiquement rentable pour ceux qui y investissent.</p> <p>Sans subvention, elle paraît objectivement hors de portée des paysans moyens du Burkina et encore davantage pour les plus pauvres d'entre eux.</p>		
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	<ul style="list-style-type: none"> • L'économie et la maîtrise de l'eau en irrigation est un enjeu majeur pour le développement de l'agriculture et la sécurité alimentaire dans un contexte de changement climatique dans les zones arides et semi arides comme le Sahel. L'irrigation gravitaire ou par aspersion consomme en effet beaucoup d'eau et n'est pas toujours approprié dans les situations où les ressources en eau disponibles sont faibles ou rares, ou encore dans les situations où l'eau souterraine peut être avantageusement valorisée pour l'agriculture. • Les expériences dans la vallée du fleuve Sénégal (Matam) finissent de convaincre 		

	qu'il est économiquement et socialement rentable d'investir dans ce type de technologie qui semble à biens d'égards comme une technologie d'avenir pour peu que les ressources en eau souterraine soient bien maîtrisées.	
Obstacles à la diffusion conditions durabilité	<p>L'irrigation goutte à goutte nécessite une filtration adéquate des impuretés contenues dans l'eau d'irrigation dès la source ou celles qui peuvent se former au cours de l'utilisation (risques d'obstruction des goutteurs par le sable, limon, la matière organique, le gel bactérien, les précipitations d'engrais, la présence de fer, etc.). Certains systèmes utilisent les filtres à sable qui sont remplis de couches de graviers calibrés pour arrêter les particules solides et organiques. A cet égard, la technologie paraît la plus adaptée à la valorisation des eaux souterraines, notamment à travers des forages à gros débit.</p> <p>Au-delà de la qualité de l'eau, on relèvera parmi les contraintes à la vulgarisation de la technologie :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la disponibilité du matériel d'irrigation qui est une grande contrainte : la promotion de micro-irrigation goutte à goutte est difficile sans l'investissement dans la fabrication sur place des équipements d'irrigation; • l'investissement qui peut aussi être coûteux pour de grandes superficies (même s'ils restent raisonnables pour de petites superficies : la subvention des kits d'irrigation à petites échelles favorise en effet une large diffusion ; • les exigences d'un entretien régulier. • les risques de détérioration des goutteurs par les rongeurs. • la nécessité d'un traitement contre les UV. 	
Besoin de validation par des experts	Aucun	
Délai de mise en oeuvre	Aucun	

Annexe II: Les fiches de technologies d'adaptation dans le secteur de la foresterie

Technologie 1: Aménagement et gestion des forêts naturelles		Illustrations (photos graphiques)
Introduction	La pratique d'aménagement des forêts naturelles (classées ou protégées) est un ensemble de stratégies et actions de mise en valeur, consignées dans un plan d'aménagement et de gestion du massif forestier concerné, pour la satisfaction des besoins des populations en produits forestiers ligneux (bois de feu, bois de service et d'œuvre) et non ligneux (fruits, fleur, feuilles, fourrage, écorce, racines, etc.) et pour la préservation des ressources forestières.	
Caractéristiques de la Technologie	<p>Les plans d'aménagement et de gestion (PAG) sont élaborés, sous la conduite de techniciens forestiers spécialisés en aménagement forestier, avec la participation active des populations riveraines et autres groupes d'utilisateurs des forêts.</p> <p>L'aménagement des forêts naturelles intègre les mesures d'enrichissement mais aussi les actions de restauration des zones dégradées par plantation, régénération naturelle assistée, semis direct et construction d'ouvrages antiérosifs dans les espaces sensibles.</p> <p>La gestion des ressources des forêts aménagées se fait sur la base du plan de gestion qui définit les normes et règles d'exploitation durable (types de produits, quotas de prélèvement, durée de la révolution après exploitation...); ces règles sont édictées sur la base des capacités de renouvellement des ressources forestières lorsqu'elles sont soumises à exploitation, de sorte à ne pas compromettre la pérennité des ressources forestières ni les équilibres de l'écosystème forestier.</p> <p>Les PAG des forêts intègrent en principe les considérations liées aux effets potentiels des changements climatiques sur la dynamique des ressources forestières.</p>	
Statut	Le Burkina Faso a une longue expérience (plus de 30 ans) dans l'aménagement et la gestion participative des forêts naturelles	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	L'aménagement et la gestion des forêts s'appliquent à toutes forêts naturelles sous toutes les latitudes au Burkina Faso dont les ressources sont valorisables ou méritent d'être conservées dans un but de gestion durable.	
Coûts , incluant le coût de mise en œuvre des options d'adaptation	Les coûts d'aménagement et de gestion des forêts naturelles sont estimés à 200.000 F CFA (400 \$US) l'hectare (INDC 2015), incluant les infrastructures de desserte, la protection contre les feux et les mesures d'aménagement et d'exploitation.	
Efficacité de la technologie	Le résultat recherché par la mise en aménagement d'une forêt naturelle est de renforcer le couvert forestier tout en améliorant sa productivité.	
Rentabilité économique	Elle est fonction du potentiel de ressources des forêts à aménager et du marché de produits forestiers (ligneux et non-ligneux) auquel les acteurs peuvent accéder. Les	

	expériences du Burkina indiquent que l'opération peut être viable, voire rentable: on estime que le Taux de Retour sur Investissement (TRI) pour l'économie nationale (c'est-à-dire le rapport bénéfices/coût investissements peut atteindre 109% (CPDN, 2015).	
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	<p>L'exploitation et la valorisation des produits forestiers (ligneux et non ligneux) génère ou améliore les revenus des communautés et des acteurs impliqués jusqu'à hauteur de 610 \$US/ha et par an.</p> <p>Au plan environnemental, outre la conservation de la diversité biologique, l'aménagement et la gestion des forêts permettent de maintenir la capacité de séquestration du carbone en limitant la déforestation et en favorisant des actions de compensation de l'exploitation des ressources forestières.</p> <p>Cela contribue sans conteste à atténuer les émissions de CO₂ : chaque ha de forêt naturelle aménagée et gérée durablement permet de séquestrer 10,4 tonnes eq CO₂ par an.</p> <p>Au total, les mesures d'aménagement jouent un rôle important dans l'augmentation de la capacité de résilience des forêts aux éventuelles sécheresse ou inondations tout en réduisant la vulnérabilité économique des populations.</p>	
Efficience: accessibilité aux ressources et aux capacités des utilisateurs	L'expérience du Burkina Faso indique que la participation consciente des communautés riveraines des forêts à l'élaboration et à la mise en œuvre des PAG constitue le principal facteur de réussite de ces initiatives; elle peut se révéler comme le rempart contre l'exploitation anarchique des forêts et la garantie à leur pérennité.	
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	<p>Les connaissances en matière d'aménagement et de gestion participative de forêts naturelles sont suffisamment disponibles au Burkina Faso.</p> <p>L'accroissement de la demande en produits forestiers est sans cesse élevé, en particulier pour les villes dont une large population continue de dépendre du bois de feu pour les besoins énergétiques domestiques. Les performances limitées des actions de reboisement ne permettent pas de faire face à cette demande croissante en bois-énergie; de même, l'utilisation de sources d'énergie alternatives comme le gaz butane ou le biogaz, même si elle connaît un essor remarquable dans les centres urbains et semi-urbains, n'est pas suffisante pour impacter significativement à court terme la demande en bois-énergie. Aménager et gérer durablement les forêts naturelles reste donc une option essentielle tant pour la conservation et la gestion durable des ressources forestières que pour répondre aux besoins énergétiques des ménages.</p>	
Obstacles à la diffusion	La pression agricole croissante sur les terres en friche, du fait de la faible intensification des systèmes agro-pastoraux, est à ce jour le principal obstacle à l'existence même de massifs forestiers d'intérêt écologique et économique suffisant pour faire l'objet d'un PAG. Face à un statut légal des forêts protégées resté longtemps ambigu, les collectivités territoriales et les communautés rurales ne se sont véritablement jamais senties responsables de la protection et de la conservation des forêts naturelles situées sur leurs	

	terroirs. Pendant ce temps, l'Etat a pris plus de 20 ans pour le transfert des compétences en la matière aux Collectivités Territoriales. Ceci étant presque acquis à ce jour, il s'agira maintenant de cultiver au sein des organes élus des communes et régions, et des communautés de base en général, le sens de la responsabilité vis-à-vis des générations actuelles et futures, afin de déclencher un nécessaire sursaut pour la préservation des forêts naturelles.	
Besoin de validation par des experts	Aucun	
Délai de mise en oeuvre	Aucun	

Technologie 2: Création par les Collectivités Territoriales d'aires de conservation à vocation communales (5000 ha au minimum)		Illustrations (photos graphiques)
Introduction	<p>Il s'agit moins d'une technologie que d'une innovation (projet) à caractère stratégique visant à accélérer la prise de responsabilité des Communes et Régions du Burkina Faso dans l'effort de conservation et de restauration des forêts naturelles, en vue de contribuer à l'effort national d'atténuation des émissions de GES et d'amélioration de la résilience des populations rurales faces aux effets potentiels des changements climatiques.</p> <p>Elle serait la traduction des nouvelles responsabilité des CT auxquelles l'Etat vient de transférer les compétences (et dans une certaine mesure les ressources) dans le domaine de l'environnement et de la gestion des ressources naturelles</p>	
Caractéristiques de la Technologie	<p>Ce projet qui s'inscrit dans la mise en œuvre opérationnelle de la décentralisation dans le secteur forestier vise à appuyer chaque commune ou Région cible à créer et sécuriser 5 000 ha d'espace de conservation des ressources forestières et de la diversité biologique.</p> <p>Dans le cadre de l'INDC, il prévoit la création et le classement de 900 000 ha d'espaces de conservation de la diversité biologique à vocation régionale dans 12 Régions (Collectivités) ou 180 Communes</p>	
Statut	Au Burkina Faso, la création de forêts départementales ou communales est une tradition assez courante; mais l'expérience est loin de toucher toutes les Collectivités Territoriales auxquelles la loi demande d'organiser leurs territoires en trois grands types de zones dont une zone de conservation	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	Applicable à l'ensemble du territoire national	
Coûts, incluant le coût de mise en œuvre des options d'adaptation	Le coût de l'opération est estimé à 200.000 F CFA (400 US\$) par ha (CPDN, 2015).	
Efficacité de la technologie	La création / restauration de massifs forestiers contribuera au renforcement du couvert végétal et à la productivité des forêts naturelles ainsi qu'à l'amélioration de la diversité biologique.	
Rentabilité économique	Non évaluée	
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	Dans le cadre de l'INDC, le projet prévoit de toucher au moins 8,4 millions de personnes à travers le pays. Il contribuera à moyen terme (10 ans) à une atténuation des émissions de GES : chaque ha de forêt	

	<p>permettra de stocker 10,4 tonnes eq CO2 par an.</p> <p>L'aménagement et l'exploitation durable des ressources forestières et fauniques génèreront des revenus pour les collectivités territoriales elles-mêmes et pour les acteurs et communautés impliqués, pouvant atteindre jusqu'à 600 \$US/ha/an.</p>	
Efficiencia: accesibilidad a recursos y capacidades de usuarios	L'initiative est à la portée des Collectivités Territoriales, à condition d'impliquer et de négocier sur les bases transparentes en termes de responsabilités et d'accès aux bénéfices avec les communautés villageoises sur les terroirs desquels les massifs forestiers sont situés.	
Potential de mise à l'échelle/ diffusion	Il est élevé au regard des évolutions de la législation (transfert effectif des compétences aux CT dans la matière) et des opportunités qui s'offrent désormais à ces CT et aux communautés rurales.	
Obstacles à la diffusion	Le principal obstacle à la diffusion de cette innovation à ce stade sera de changer les mentalités des dirigeants et des organes élus des collectivités territoriales en matière de préservation de l'environnement en général et de gestion des ressources naturelles en particulier.	
Besoin de validation par des experts	Aucun	

Technologie 3: Zaï forestier		Illustrations (photos graphiques)
Introduction	<p>Le zaï forestier est l'une des variantes du zaï (cf annexe i) qui associe production agricole et protection de l'environnement à travers la restauration du couvert végétal en général et de la végétation ligneuse en particulier.</p> <p>Il s'agit donc d'une technologie de reforestation en associant exploitation agricole et régénération de ligneux.</p>	
Caractéristiques de la Technologie	<p>Le zaï forestier est une cuvette de 30 à 40 cm de diamètre (donc un peu plus large que la cuvette de zaï agricole) sur une profondeur de 15 à 20 cm dont la terre, excavée vers l'aval, forme un bourrelet en forme de croissant.</p> <p>La cuvette est partiellement remplie de fumier ou de compost. Au moment du semis, une ou plusieurs semences d'essences forestières sont introduites au centre du poquet et les graines de céréales à la périphérie. Les essences forestières sont choisies en fonction de l'intérêt des producteurs mais aussi de leurs exigences écologiques.</p> <p>Les espèces les plus recommandées sont notamment <i>Faidherbia albida</i>, <i>Sclerocarya birrea</i>, <i>Pterocarpus lucens</i>, <i>Acacia senegal</i>, <i>Balanites aegyptiaca</i>, etc. Les semences forestières proviennent généralement du fumier ou du compost utilisant du fumier, après que les graines aient transité par le tube digestif des ruminants. L'agriculteur peut donc sélectionner les espèces de son choix en en donnant les fruits comme fourrage au bétail en semi-stabulation.</p> <p>A la moisson du grain, les tiges des céréales sont coupées à une hauteur de 50-75 centimètres ; les souches des tiges qui restent debout protègent les jeunes plants d'arbres du bétail qui pâture traditionnellement dans les champs moissonnés.</p> <p>L'année suivante, en début de saison pluvieuse, les anciens poquets de zaï sont réaménagés pour les semis de céréales en épargnant les plantules des ligneux. Celles-ci profitent à nouveau de la fumure et du travail du sol pour accélérer leur croissance. Pendant ce temps, une portion supplémentaire de sol dénudé subit l'opération de la première année; l'opération est ainsi répétée au fil des années.</p> <p>Les jeunes plants de ligneux survivent ainsi les premières saisons, associés aux cultures vivrières, jusqu'à ce que la forêt qui se forme ainsi progressivement réduise les possibilités de cultures associées. Les zones dont la couverture ligneuse est suffisamment dense sont protégées et gérées en tant que forêts naturelles, y compris par enrichissement avec de nouveaux plants forestiers.</p>	
Statut	L'innovation est connue dans le Nord du Burkina Faso; mais sa diffusion reste tributaire de contraintes d'ordre technique, économique et foncier.	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	Le zaï forestier est applicable dans les zones agro climatiques favorables au zaï: zones sahélienne, sud sahélienne et nord soudanienne avec des isohyètes allant de 400 à 600 mm. Le Zaï se pratique sur les sols dégradés, encroûtés des climats sahélien, sud sahélien et	

	nord soudanien (cf. Annexe i)	
Coûts, incluant le coût de mise en œuvre des options d'adaptation	Les coûts de réalisation à la main du Zaï (creusage des cuvettes et apport de matière organique) sont estimés à 60.000 F/ha au moins (coût de location de main-d'œuvre pratiqué dans le Nord du Burkina Faso). A ces coûts on ajoutera ceux liés à la collecte et au traitement éventuel des semences d'espèces ligneuses à incorporer dans les poquets de zaï. Lorsqu'il s'agit d'espèces fourragères dont les fruits sont donnés au bétail en semi-stabulation, ces coûts additionnels deviennent tout à fait marginaux.	
Efficacité de la technologie	Le zaï forestier est destiné à régénérer les terres dégradées en vue de les transformer en forêts naturelles productives. Pendant les 5 à 10 premières années d'aménagement, la technologie permet de concentrer l'eau de ruissellement et la fertilité pour accroître la production céréalière (voir le Zaï au ...). Le semis direct d'espèces ligneuses à usages multiples dans les poquets de zaï permet de stimuler le développement de la végétation ligneuse, principal but de la technologie.	
Rentabilité économique	La rentabilité de la technologie n'a pas fait l'objet d'évaluation dans le détail. Cependant, on retiendra qu'à court terme, le zaï forestier permet de doubler les rendements des cultures céréalières et de contribuer à la sécurité alimentaire (cf. Annexe i) A moyen et long termes (après 10 ans), le massif forestier ainsi formé fournit à ses propriétaires les produits forestiers et les revenus tirés de leur valorisation ; en même temps qu'il contribue à réduire les émissions de GES.	
Impacts et de bénéfices développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	Le zaï forestier, encore mieux que le reboisement, offre à court et moyen terme les avantages et impacts suivants : <ul style="list-style-type: none"> - amélioration des conditions physico-chimiques- des sols indurés ; - amélioration des rendements en céréales ; - reconstitution d'un couvert forestier ; - reconstitution de la biodiversité végétale et animale ; - production de bois de feu et de service - production de PFNL dont ceux pour la pharmacopée ; - amélioration des revenus et de la sécurité alimentaire 	
	Les expériences de zaï forestier dans la région de Ouahigouya (cas de Yacouba Sawadogo) sont de véritables laboratoires et lieux de visite pour les étudiants, les chercheurs et autres vulgarisateurs.	
Efficience: accessibilité aux ressources et aux capacités des utilisateurs	Le zaï est une technique consommatrice de main-d'œuvre pour la réalisation des trous. Elle est plus difficilement accessible aux paysans les plus pauvres. De même, la disponibilité de matières organiques en quantités suffisantes n'est assurée qu'en mettant à profit l'élevage pour le recyclage des résidus de récolte : la pratique du zaï demande en effet des apports moyens de 3 tonnes de matière organique à l'hectare. Cependant, ces doses de fumure organique peuvent être réduites dans le cas spécifique du	

	zaï forestier, l'accent étant mis sur les semences d'espèces ligneuses à traiter (y compris via le transit digestif des ruminants) pour être incorporées dans le poquet avec la matière organique.	
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	Tout comme le zaï (pour les besoins agricoles), le zaï forestier offre beaucoup d'opportunités aux paysans et ménages qui souhaitent s'investir dans la réhabilitation et la valorisation des terres dégradées à moyen et long termes (cf. Annexe i).	
Obstacles à la diffusion	Les mêmes contraintes du zaï valent pour le zaï forestier; Cependant, plus que le zaï agricole, le besoin de sécurisation foncière est plus qu'une nécessité lorsqu'un ménage veut investir dans cette technologie: l'expérience de plusieurs paysans dans la région du Nord en atteste.	
Besoin de validation par des experts	Aucun	
Délai de mise en oeuvre	Aucun	

Technologie 4:	Mise en défens	Illustrations (photos graphiques)
Introduction	<p>La mise en défens est une méthode ou un ensemble de techniques mises en œuvre dans un espace défini en vue de sa protection, de sa régénération/restauration et /ou de son enrichissement biologique. Il s'agit généralement d'initiatives collectives, prises à l'échelle d'une communauté d'acteurs.</p> <p>La mise en défens d'un espace vise en général l'un ou plusieurs des objectifs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protéger une formation naturelle existante ; • Restaurer les sols ainsi que la végétation naturelle, herbacée et ligneuse; • Favoriser la reconstitution de zones dégradées par la régénération naturelle ; • Générer à moyen et long termes des services environnementaux : production agro-pastorale, produits forestiers ligneux et non ligneux; • Promouvoir la prise en charge par les populations elles-mêmes de la conservation, de la reconstitution et de la gestion durable des ressources naturelles. 	
Caractéristiques de la Technologie	<p>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 à l'écosystème de se reconstituer.</p> <p>Lorsque la mise en défens a pour but d'accélérer les processus naturels de la remontée de la fertilité des sols pour permettre la culture, on est alors dans le cas de la jachère. Elle peut consister également à constituer un espace de production de biens et services forestiers (lutte contre l'érosion éolienne et hydrique, stockage de carbone, production de produits ligneux et non-ligneux, de fourrage, etc.).</p> <p>Elle est souvent justifiée par la fragilité ou l'intérêt particulier (économique, social, culturel ou environnemental) d'un écosystème donné ou encore par le besoin de créer un espace forestier dans le terroir villageois.</p> <p>La mise en défens est pratiquée par les agriculteurs et les agropasteurs de manière communautaire. On distingue deux formes de mise en défens :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La jachère pour reconstitution du sol ; - L'espace protégé pour bénéficier de produits forestiers divers (PFNL, bois de service, plantes médicinales....). <p>La zone choisie pour la mise en défens doit être bien délimitée soit par des bornes ou balises, soit par des marques visibles (à la peinture notamment) sur des arbres ou autres supports physiques situés sur les limites du site. Ces balises doivent être connues et respectées par les populations.</p> <p>Lorsque l'état de dégradation des sols (sols dénudés et encroûtés) ne favorise pas une régénération spontanée et rapide de l'espace concerné, il faudra accompagner la mise en</p>	

	défens de mesures antiérosives (scarifiage, sous-solage, zaï, paillage...) visant l'amélioration du bilan hydrique du sol et de mesures biologiques dont l'ensemencement et la plantation d'espèces ligneuses.	
Statut	Bien connu au Burkina Faso	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	Toutes latitudes du territoire national	
Coûts, incluant le coût de mise en œuvre des options d'adaptation	Les coûts relatifs à la mise en œuvre de la technologie portent essentiellement sur: - La main d'œuvre liée aux travaux d'enrichissement et d'entretien des pare-feux. - La prise charge du comité villageois/inter villageois de gestion de la mise en défens.	
Efficacité de la technologie	La mise en défens favorise la restauration du couvert végétal en général et forestier en particulier, dans un but de conservation ou de valorisation future de l'espace concerné. L'espace mis en défens peut donc être enrichi par des essences locales ou exotiques sélectionnés pour leur valeur ou leurs usages spécifiques (biodiversité, bois, fourrage et autres PFNL...).	
Rentabilité économique	Non évaluée	
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	La forêt naturelle qui sera constituée grâce à une mise en défens remplira à terme les fonctions écologiques et économiques de toute forêt naturelle: amélioration de la biodiversité, séquestration de Carbone, alimentation du bétail, amélioration des revenus des communautés, etc. La forêt naturelle qui sera constituée grâce à une mise en défens remplira à terme les fonctions écologiques et économiques de toute forêt naturelle: amélioration de la biodiversité, séquestration de Carbone, alimentation du bétail, amélioration des revenus des communautés, etc.	
	Le délai de la mise en défens et l'usage qu'on en fera, une fois l'écosystème préservé ou restauré , sont fonction des besoins des communautés qui ont décidé de la mise en défens mais surtout du niveau des pressions sur les ressources forestières en général dans la zone concernée.	
Efficience: accessibilité aux ressources et aux capacités des utilisateurs	En général, les terres dégradées au Sahel conservent toujours un potentiel de régénération qui peut être activé lorsque l'espace est soustrait aux pressions d'origine anthropique avec, le cas échéant des mesures visant à modifier le bilan hydrique lorsque le niveau de dégradation des sols l'exige. Les processus biophysiques qui se déclenchent alors doivent être maintenus jusqu'à ce que le niveau de reconstitution de l'écosystème permette de soutenir un niveau minimum d'exploitation de ses ressources. La mise en défens est accessible à la plupart des communautés rurales pourvu qu'elles partagent une vision et une volonté communes suffisantes.	
Potentiel de mise à	La mise en défens est l'une des opérations de reconstitution ou de conservation des	

l'échelle/ diffusion	écosystèmes forestiers les plus accessibles aux communautés rurales de base. Elle peut servir les besoins de restauration des terres à des fins agricoles.	
Obstacles à la diffusion	<p>L'insuffisance des terres cultivables limite la capacité des communautés villageoises à dégager des zones pour des mises en défens.</p> <ul style="list-style-type: none"> - La divagation des animaux. - Les feux de brousse. - L'absence d'une vision claire sur comment les produits et avantages générés par la mise en défens vont être gérés est souvent source de démotivation des certains groupes socio-professionnels. <p>L'insuffisance de volonté commune des acteurs de la communauté peut être un autre obstacle à la réussite d'une initiative de mise en défens.</p>	
Besoin de validation par des experts	Aucun	
Délai de mise en œuvre	Aucun	

Technologie 5: Reboisement / Reforestation		Illustrations (photos graphiques)
Introduction	La fonction du reboisement est de restaurer le couvert forestier par introduction artificielle d'essences intentionnellement sélectionnées sur des terrains dégradés ou au contraire qu'on veut valoriser.	
Caractéristiques de la Technologie	<p>Désigné aussi par reforestation (lorsque lorsqu'il s'agit de reconstituer une forêt dégradée) ou par afforestation (lorsqu'il s'agit de recréer un couvert forestier sur un espace initialement dénudé), le reboisement consiste à planter des arbres préalablement élevés en pépinière.</p> <p>Pour réaliser un reboisement, il faut :</p> <ul style="list-style-type: none"> - produire des plants en pépinière (en conteneurs ou en racines nue selon les espèces et les zones climatiques) - réaliser le piquetage du terrain pour baliser la superficie et les points de trouaison, suivi de la trouaison et du rebouchage des trous en inversant les horizons de la terre de déblai. Les trous ronds ou carrés doivent avoir une profondeur et un diamètre d'au moins 60 cm sur 60 cm. Le rebouchage ne se fait pas complètement. Les 5 derniers centimètres ne sont pas remplis afin de matérialiser l'emplacement des trous pour la plantation et pour pouvoir emmagasiner davantage d'eau. - planter après une bonne pluie ayant trempé les trous préalablement rebouché (dès la deuxième moitié du mois de juillet où plus tôt si on peut assurer un arrosage/irrigation d'appoint en cas de nécessité) <p>Les résultats du reboisement peuvent être améliorés par l'association de mesures de conservation des eaux et des sols : scarification du sol, association avec des demi-lunes, Zaï forestier ainsi que par la réalisation de pare-feu autour de la zone.</p>	
Statut	La technologie est bien connue au Burkina Faso et largement pratiquée	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	Le reboisement est pratiqué sous toutes les latitudes au Burkina; avec cependant une préférence dans les zones où la pluviométrie est supérieure à 600 mm/an	
Coûts, incluant le coût de mise en œuvre des options d'adaptation	Le coût d'un reboisement classique intégrant la protection des plantations pendant les premières années atteint 250.000 F CFA (ou 500 \$US) l'hectare. L'évolution du coût unitaire est inversement proportionnelle à l'accroissement de la superficie totale traitée.	
Efficacité de la technologie	<p>Pour des espèces réputées adaptées au climat local, l'efficacité du reboisement (en termes de taux de reprise ou de survie des plants mis en terre) dépend de plusieurs facteurs dont la pluviométrie totale de l'année considérée, la date de plantation et la qualité des plants élevés en pépinière à la plantation.</p> <p>Dans tous les cas, l'expérience montre que les approches de régénération naturelle donnent de meilleurs résultats que les reboisements artificiels</p>	

Rentabilité économique	Les actions de reboisement peuvent avoir un niveau de rentabilité économique élevé (jusqu'à 367% selon l'CPDN, 2015) selon les objectifs spécifiques et les options techniques choisies: production de fruits, de bois de service ou de bois de feu, espèces choisies....	
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	<p>Le reboisement est généralement réalisé en vue de (i) restaurer un espace plus ou moins dégradé à des fins multiples, (ii) produire du bois (de chauffe, de service ou d'œuvre) ou d'autres produits forestiers non ligneux (fruits, feuilles, fleurs, sève, tanin, fourrage, etc.) et (iii) générer d'autres services environnementaux (protection contre le vent, embellissement, recharge des nappes phréatiques, création d'ombre et de microclimat, etc.).</p> <p>En plus des avantages liés à la régénération naturelle, assistée ou non (zaï forestier, mise en défens...), le reboisement permet de sélectionner une ou plusieurs qualités de produits forestiers (ligneux et non ligneux) spécifiquement recherchés ou désirés.</p> <p>Le reboisement accroît donc l'offre de bois de feu et / ou de service pour les plantations classiques et la production fruitière par la mise en place de vergers. Il permet également l'embellissement et la création d'espaces verts. Le reboisement permet de reconvertir des zones longtemps dénudées en zones boisées</p> <p>La reforestation constitue une pratique par excellence d'atténuation au changement climatique car agissant comme puits de carbone donc d'absorption du gaz carbonique. La reforestation à des échelles importantes contribue à la régulation du climat et surtout des précipitations. Elle contribue également à la protection des sols, l'infiltration de l'eau et la recharge des nappes phréatiques.</p>	
Efficience: accessibilité aux ressources et aux capacités des utilisateurs	En dehors de la production des plants en pépinière qui demande une formation et des aptitudes particulières, la mise en œuvre des actions de reboisement ne requiert pas de connaissances techniques au-dessus des capacités des populations rurales: un court apprentissage aux techniques de trouaison et de plantation suffit généralement.	
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	Les besoins de planter sont élevés chaque année; mais c'est la faiblesse des résultats à la fin de la saison sèche suivante qui freine l'enthousiasme des populations rurales.	
Obstacles à la diffusion	Contrairement aux technologies de régénération naturelle, assistée ou non, le reboisement est beaucoup plus sensible à la variabilité des précipitations et donc des changements climatiques. Cela commande donc des choix judicieux des espèces à planter en fonction des conditions pédoclimatiques et le respect d'un calendrier rigoureux	
Besoin de validation par des experts	Aucun	
Délai de mise en oeuvre	Aucun	
Technologie 6: Protection des berges		Illustrations (photos graphiques)

Introduction	L'objectif global de la technologie est la pérennisation des cours et plans d'eau par une réduction de l'ensablement. Les objectifs spécifiques sont entre autres (i) augmenter les volumes des eaux de surface, (ii) gérer rationnellement les berges des cours d'eau et (iii) alimenter les nappes phréatiques.	
Caractéristiques de la Technologie	<p>Une étape préliminaire consiste à sensibiliser les producteurs et à les faire prendre conscience du phénomène de comblement des cours d'eau. Il s'agit de causes telles que la pression démographique avec ses corolaires de déboisement et de la surcharge de bétail.</p> <p>L'étape suivante est l'organisation des populations (groupements, associations) pour entreprendre des actions de protection des berges.</p> <p>Les actions de protection consistent en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'apurement de la zone en concertation avec les propriétaires terriens au cas où celle-ci est colonisée ; - délimitation des berges par la matérialisation avec de la peinture sur les arbres ou par pose de bornes. La réglementation en vigueur est de 100 m de part et d'autre du cours d'eau ; - délimitation des couloirs d'accès de 50 à 100 mètres de largeur distants de 25 à 50 mètres. Les couloirs peuvent être matérialisés par des balises ou par une haie vive ; - pose de panneaux de signalisation indiquant les activités interdites (activités agropastorales, coupe d'arbres, feux de brousse...) ; - Entreprendre des actions de DRS /CES en fonction de l'état et du niveau de dégradation des berges du cours d'eau. Brise-vent, cordons pierreux, enherbement/végétalisation, plantation de ligneux. Les espèces préconisées sont : <i>Nauclea latifolia</i>, <i>Raphianussoudaneica</i>, <i>Mitragynainermis</i>, <i>Ziziphusmauritiana</i>, <i>Acacia seyal</i>, <i>Bauhinia rufescens</i>, <i>Andropogon gayanus</i>, <i>Parkinsoniaaculeata</i>, <i>Prosopis juliflora</i>, <i>Bambusachinensis</i>, <i>Mangifera indica</i>, <i>Psidiumgoyava</i>, <i>Citrus lemon</i>, etc. - Associer des ouvrages mécaniques (gabions) aux actions de DRS/CES. 	
Statut	La protection des berges fait encore partie des actions pilotes menées par un nombre limité de projets et programmes.	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	La protection des berges est indispensable sous toutes les latitudes, de la zone sahélienne à la zone soudanienne. Elle est possible sur tous les type de sols: sols hydromorphes aux sols ferrugineux en passant par les sols bruns qui forment le bassin-versant proche du cours d'eau ou du plan d'eau. Elle concerne et implique toutes les populations utilisant les ressources en eau dont la pérennité est menacée.	
Coûts, incluant le coût de mise en œuvre des options d'adaptation	<p>Les coûts de mise en œuvre de cette technologie comprennent:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les mesures DRS/CES ; - La mise en place de pépinières pour les espèces locales ; - L'assistance technique pour la délimitation et réalisation des ouvrages. - La mise en défens ou la protection par gardiennage <p>Le coût de restauration d'un ha dans le cadre de la protection des berges est estimé à 150.000 F</p>	

	CFA (CPDN, 2015) et peut atteindre jusqu'à 3 000 000 FCFA (SP-CONEDD/ CPP, 2011).	
Efficacité de la technologie	La protection des berges vise à restaurer le couvert végétal le long des cours d'eau ou autour des plans d'eau ; ce qui permet de protéger les ressources en eau ainsi que leur qualité. Il en résultera l'ensemble des avantages écologiques (réduction de l'érosion, amélioration de la diversité biologique, séquestration de carbone...) et économiques (exploitation et valorisation de produits forestiers non ligneux ; amélioration de la sécurité alimentaire...)	
Rentabilité économique	Non évaluée	
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	Les impacts des mesures de protection des berges des cours et plans d'eau sont multiples, parmi lesquels on retiendra : <ul style="list-style-type: none"> - l'amélioration de la couverture naturelle des berges (végétation et sol) - la réduction de l'érosion ; - la réduction de l'envasement des cours d'eau et amélioration du régime des plans d'eau ; - la contribution à la conservation des ressources en eau, du peuplement halieutique, de la faune inféodée à ce genre de milieu et des essences rupicoles très utiles ; - La création d'activités génératrices de revenus (maraîchage, pêche...) ; - Freinage de l'exode rural. - La séquestration de carbone 	
Efficience: accessibilité aux ressources et aux capacités des utilisateurs	La mise en œuvre d'actions de protection des berges des cours ou plans d'eau n'est efficace que lorsqu'elle est une œuvre collective qui engage l'ensemble d'une communauté, voire plusieurs communautés d'utilisateurs de l'eau et des terres. A cet égard, sa réussite demande de la part des communautés d'acteurs, d'importants efforts de cohésion, d'organisation et exige parfois même des renoncements à leurs intérêts de la part de certains groupes particuliers dont il faudra tenir compte.	
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	Les besoins de protection des berges des cours d'eau et plans d'eau sont immenses au Burkina, alors que les efforts actuels sont infimes. Face aux effets des CC, la protection des plans d'eau et rivières contre l'ensablement et des ressources en eau contre l'évaporation s'imposeront comme la seule alternative pour conserver et accroître les eaux de surface.	
Obstacles à la diffusion	La pratique ne peut réussir que s'il y a une implication totale et une autodiscipline de tous les acteurs qui utilisent d'une manière ou d'une autre le cours ou le plan d'eau. Quelques contraintes spécifiques à la mise en œuvre concernent : <ul style="list-style-type: none"> - la disponibilité d'une main d'œuvre qualifiée pour implanter les dispositifs physiques ou biologiques ; - une protection totale des espaces aménagés en général et des jeunes plantations contre le bétail et les feux de brousse ; - la non-disponibilité de certains matériels végétaux : plants d'espèces ligneuses, semences ou éclats de souches d'herbacées locales. 	

	- Les coûts de réalisation des aménagements antiérosifs nécessaires dans la plupart des cas	
Besoin de validation par des experts	Des dispositifs types mériteraient d'être mis au point pour les grandes zones agro climatiques et pour différentes conditions morpho-pédologiques, afin de réduire les besoins de main-d'œuvre qualifiée lors de la mise en place. Des manuels illustrés peuvent servir de support à l'intention des communautés de base.	
Délai de mise en œuvre	Aucun	

Technologie 7: Régénération Naturelle Assistée		Illustrations (photos graphiques)
Introduction	<p>La Régénération Naturelle Assistée (RNA) est pratiquée au Burkina Faso à des niveaux divers selon les latitudes et les conditions socio-économiques. Elle l'est aussi dans la plupart des pays du CILSS où elle accompagne les aménagements de réhabilitation des terres dégradées (cordons pierreux, zaï...).</p> <p>La RNA vise les objectifs primaires et secondaires suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Reconstituer / accroître le couvert ligneux sur des terres dégradées, en particulier dans les champs de culture ; ✓ Améliorer la fertilité des sols cultivés; ✓ Diversifier les productions (agricole, forestière ligneuse et non ligneuse, fourragère) et accroître la productivité globale des terres rurales 	
Caractéristiques de la Technologie	<p>La construction de parcs agroforestiers par la RNA est avant tout une démarche paysanne qu'on peut caractériser par les étapes suivantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Inventorier les pieds adultes et des jeunes plants</u> issus de la régénération naturelle afin d'évaluer le potentiel du site par rapport à l'application de la RNA ; 2. <u>Sélectionner les essences et sujets à protéger</u>. Cette sélection tiendra compte de l'utilisation faite du site (champ, jachère, pâturage...), de la diversité et de la répartition des espèces ligneuses sur le site. Dans tous les cas le choix des espèces est laissé à l'initiative du paysan en fonction des avantages et produits qu'il veut ou peut en tirer. On retiendra une moyenne de 40 à 50 pieds adultes ou 60 à 80 jeunes pousses ou rejets à l'hectare; 3. <u>Repérer les sujets sélectionnés</u>, notamment à l'aide de piquets peints d'une couleur voyante ; 4. <u>Protéger les jeunes plants repérés</u> contre (i) la divagation des animaux (protections individuelles, badigeonnage avec bouse de vache, gardiennage...) (ii) les feux de brousse (sarclages, pare-feux...) et (iii) la concurrence des mauvaises herbes (sarclages) ; 5. <u>Procéder aux entretiens courants</u> : éclaircis, émondage, élagage, tuteurage, coupe sanitaire 6. Selon les capacités, <u>procéder à des aménagements fonciers</u> de type conservation des eaux et des sols (diguettes, banquettes, zaï...) en vue de freiner l'érosion et d'améliorer l'infiltration des eaux de pluie. 	
Statut	Technologie endogène qui connaît un regain d'intérêt avec la péjoration climatique et l'accroissement des pressions anthropiques sur les terres de culture et les ressources forestières	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	La RNA est pratiquée sur plusieurs types de sols et dans des conditions environnementales variées.	

Coûts, incluant le coût de mise en œuvre des options d'adaptation	Indépendamment des aménagements de type CES/DRS qui l'accompagnent en général, le coût de l'opération consiste aux efforts de repérage et de tuteurage, de protection contre les animaux et d'élagage en vue de la formation du parc selon la structure recherchée. Ce coût est estimé à environ 60.000 F CFA/ha (120 US\$)	
Efficacité de la technologie	<ul style="list-style-type: none"> • La présence d'une végétation ligneuse augmente le taux de couverture du sol, le protégeant ainsi contre l'érosion éolienne et hydrique et permet d'abaisser significativement la température du sol ; • Elle permet une meilleure conservation de l'humidité du sol ; • Elle augmente la production de matières organiques qui améliorent la fertilité des sols : en effet les litières produites stimulent l'activité biologique (macrofaune du sol et micro-organismes) du sol. 	
Rentabilité économique	<p>Il n'y a pas de données d'analyse économique propre aux expériences de RNA prises seules. On peut cependant retenir que la RNA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • permet la régénération de nombreuses espèces ligneuses agroforestières à moindre coût ; • stimule l'accroissement rapide de la biodiversité ; • permet de diversifier, voire d'accroître globalement les moyens d'existence et les revenus agricoles ; <p>On notera que l'évaluation économique d'un système intégré « Cordons pierreux + zaï + RNA » à base de <i>Faidherbia albida</i>, <i>Adansonia digitata</i>, <i>Balanites aegyptiaca</i> et d'autres espèces à usages multiples conclut que « le retour sur investissement (RSI) annuel est très important dès que les arbres commencent à produire : $RSI = 180\ 000 / 287\ 500 = 63\ %$ ». Cf. Annexe i.</p>	
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	<p>La Régénération Naturelle Assistée produit des résultats substantiels et remarquables. Ainsi, elle :</p> <ul style="list-style-type: none"> • entretient et/ou augmente la biodiversité biologique ligneuse des espaces aménagés ; • accroît dans certaines conditions le rendement des cultures sèches ; • augmente la production en biens et services forestiers ; • réduit les émissions de CO₂ et accroît la séquestration de carbone • renforce significativement la résilience des écosystèmes agricoles aux chocs climatiques. 	
Efficience: accessibilité aux ressources et aux capacités des utilisateurs	<p>La pratique de la RNA ne nécessite pas un niveau scolaire particulier mais des connaissances, même empiriques sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les modes de régénération naturelles des espèces forestières utiles ainsi que les techniques d'entretien des jeunes pousses • la valorisation du potentiel en semences forestières contenues dans le fumier dans la pratique de la RNA ; • les travaux antiérosifs destinés à améliorer la productivité des terres (zaï, demi-lunes, diguettes en terre ou en pierres,...); • comment valoriser les espèces ligneuses pionnières telles que <i>Guierasenegalensis</i>, 	

	<p><i>Piliostigma reticulatum</i> dans la RNA puis des espèces ligneuses arborées généralement plus exigeantes.</p> <p>L'expérience pratique montre que l'apprentissage de la RNA se fait très rapidement d'un paysan à un autre ou à un groupe, par le seul fait de l'observation ou des visites d'échanges. Chaque paysan est dès lors capable de développer ses capacités d'innovation en fonction de ses conditions agro-pédologiques particulières et de ses choix économiques propres.</p>	
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	<p>La RNA est avant tout une pratique paysanne qui s'est construite à partir de celle des parcs agroforestiers et dont le développement a sans doute été boosté par l'accroissement de la valeur des produits forestiers, lequel résulte de la dégradation des terres dans les zones semi-arides du Sahel.</p> <p>La régénération des écosystèmes forestiers et agroforestiers reste l'une des préoccupations majeures des pays sahéliens malgré l'intensification des campagnes de reboisement par plantation entreprises depuis plusieurs décennies.</p> <p>Dans de nombreux cas, le bilan des plantations classiques fait apparaître un coût de production des plants hors de portée de la majorité des productions, un faible taux de survie des plants après la plantation ou le semis direct et une faible diversité des écosystèmes construits.</p> <p>Face à un tel enjeu, la RNA apparaît sans conteste comme la méthode la moins coûteuse et la plus efficace de reverdir le Sahel tout en diversifiant les bénéfices pour les communautés rurales.</p>	
Obstacles à la diffusion	<p>Sur le plan technique, la divagation des animaux peut dans certains cas apparaître comme une contrainte, toutefois maîtrisable au regard de la nature même des espèces ligneuses valorisées dans cette pratique (espèces locales fortement adaptées aux conditions pédoclimatiques).</p> <p>L'expérience bénéficie en général d'un effet « tâche d'huile » dès qu'elle est initiée par un groupe d'acteurs, en raison de la facilité de reproduction qu'elle offre par l'observation et les échanges entre paysans.</p>	
Besoin de validation par des experts	Aucun	
Délai de mise en œuvre	Aucun	

Technologie 8:	Haies-vives défensives	Illustrations (photos graphiques)
Introduction	<p>La haie-vive est une technologie traditionnelle connue au Burkina Faso et dans la plupart des pays du Sahel et sous toutes les zones agro-écologiques. Elle a toujours été utilisée dans les zones soudaniennes (du Burkina Faso et du Mali notamment) comme moyen de (i) canaliser le bétail au sortir des enclos vers les pâturage ou de (ii) protéger les jardins potagers et autres jardins maraichers contre la divagation des animaux, principalement en saison sèche.</p> <p>C'est au début de la décennie 80 que les chercheurs sahéliens se sont intéressés à la haie-vive comme moyen de remplacer les haies mortes faites de branchages ou de bois coupé dans la végétation naturelle et de lutte ainsi contre la déforestation.</p> <p>Les espèces les plus aptes à la réalisation des haies vives sous toutes les latitudes du sahel sont des plantes épineuses ou apparentées: <i>Acacia nilotica</i>, <i>Acacia senegal</i>, <i>Prosopis juliflora</i>, <i>Ziziphus mauritiana</i> et <i>Bauhinia rufescens</i>. <i>Jatropha curcas</i>, cet arbuste non épineux est toujours utilisé, en particulier dans les zones soudaniennes (pluviométrie $\geq 900\text{mm}$) ou dans les terres basses de bas-fonds.</p>	
Caractéristiques de la Technologie	<p>La haie vive défensive est une structure agro-forestière linéaire. Son efficacité est en grande partie liée à son étanchéité (difficile à franchir) en tant qu'obstacle au passage des animaux. Les différentes phases de la construction d'une haie vive défensives sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ identifier le périmètre à protéger (potager, jardin maraicher, verger, etc.); ✓ choisir les espèces ligneuses à utiliser : le choix des espèces ligneuses doit s'assurer que celles-ci sont adaptées aux haies vives, sont de préférence connues dans la zone ; le promoteur tiendra par ailleurs compte des produits secondaires qu'il souhaite obtenir; ✓ décider du mode d'installation: semis direct, plantation de plants élevés en pépinière ou bouturage de rameaux. On s'assurera que les espèces choisies sont compatibles avec le mode d'installation ; ✓ technique d'installation : l'idéal est d'ouvrir tout autour du périmètre à protéger, une tranchée de 40 cm x 40 cm (40 cm de large sur 40 cm de profondeur) dans laquelle la plantation ou le semis est fait. La tranchée peut consister simplement à remuer le sol à l'aide d'une pioche, si elle nécessite l'évacuation de la terre, celle-ci doit être remise avant la plantation ou le semis. Mais vu la pénibilité du travail et la main d'œuvre nécessaire à l'ouverture de la tranchée, il est conseillé d'adapter le travail du sol au mode d'installation pour réduire les coûts. <p>L'installation par plantation de plants produits en pépinière est la plus courante et la moins risquée ; elle donne les meilleurs résultats. La plantation se fait sur deux lignes parallèles écartées de 30 cm (chaque ligne est donc située à 5 cm de la bordure de la tranchée). Les plants sont mis en terre tous les 50 cm et en quinconce d'une ligne à l'autre.</p> <p>Lorsque le mode d'installation est le semis direct, il est nécessaire d'ouvrir la tranchée, de prétraiter les graines selon les indications recommandées (trempage, ébouillantage,</p>	

	traitement à l'acide...). Le semis se fait ici aussi sur deux lignes parallèles écartées de 30 cm et à raison de deux graines par poquet ; les poquets de semis distants de 30 cm sur la ligne, sont disposés en quinconce d'une ligne à l'autre.	
Statut	Technologie endogène bien connue au Burkina Faso et qui a fait l'objet d'améliorations au cours des 30 dernières années grâce à la Recherche environnementale et agricole.	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	La haie-vive est connue au Burkina Faso et dans la plupart des pays du Sahel et sous toutes les zones agro-écologiques où des espèces adaptées sont utilisées.	
Coûts, incluant le coût de mise en œuvre des options d'adaptation	Les coûts d'installation d'une haie-vive sont relatifs : <ul style="list-style-type: none"> ✓ au petit matériel et aux consommables de pépinière (semences, conteneurs, produits de prétraitement, pesticides, eau...) si les promoteurs doivent assurer eux-mêmes la production des plants. ; ✓ à l'achat et à l'installation des plants dans le cas où le promoteur achète ses plants à un tiers : dans ce cas, le coût de clôture d'un ha (haie en double ligne et une densité de plantation de 50 cm sur la ligne) est estimé à 80 000 CFA sans la main-d'œuvre. 	
Efficacité de la technologie	L'effet recherché d'une haie-vive défensive est sa capacité à empêcher le passage des animaux ; c'est-à-dire son étanchéité. Celle-ci est le résultat d'une gestion appropriée de la haie pendant la phase de croissance, à travers des tailles (coupes) de formation adaptées à chaque espèce choisie. Une fois la haie formée, c'est sa gestion périodique qui conditionne son étanchéité: coupes (totale ou partielle selon les produits secondaires recherchés), avec possibilité de réutilisation des émondes pour fermer les « vides » ouvertures ou de recyclage de celles-ci. Les haies vives défensives mal gérées deviennent poreuses, encombrantes et augmentent la concurrence (pour l'eau, la lumière et les nutriments) avec les cultures situées à proximité.	
Rentabilité économique	Une analyse financière poussée des stratégies de clôture des jardins maraichers, réalisée dans 4 pays du Sahel (CILSS-ICRAF/SALWA), a montré que, même avec un investissement initial pour établir la haie-vive, les paysans peuvent générer 245 US\$ supplémentaires sur 6 ans, tout en tirant largement profit de ces espèces ligneuses (fruits pour tannage, écorce, bois de chauffe ou fourrage...).	
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	Les haies-vives défensives sont faites pour: <ul style="list-style-type: none"> ✓ assurer la protection des parcelles mises en valeur en servant de barrière physique; ✓ créer un microclimat favorable aux cultures (effet brise-vent); ✓ fournir des produits forestiers ligneux et non-ligneux. 	
Efficience: accessibilité aux ressources et aux	Les haies vives défensives sont surtout développées par les petits agriculteurs pour protéger les périmètres irrigués, les jardins, les vergers contre la divagation des animaux en saison sèche. Cependant, pour maîtriser cette technologie, il est nécessaire de :	

capacités des utilisateurs	<ul style="list-style-type: none"> ✓ être formé sur les techniques de production des plants ou disposer de plants ; ✓ être formé sur les techniques d'installation et de gestion périodiques des haies vives défensives. 	
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	Moyennant des garanties foncières pour les producteurs maraichers, les avantages économiques, agronomiques et environnementaux de la haie-vive sont sans commune mesure avec l'utilisation de grillage métallique ou de haies mortes faites de branchages ou de bois coupé dans la forêt naturelle.	
Obstacles à la diffusion	<p>L'adoption de la haie vive défensive est confrontée aux contraintes suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ la disponibilité des semences des espèces ligneuses souhaitées ; ✓ la bonne maîtrise des techniques d'installation et de gestion ; ✓ la gestion des émondes épineuses ; <p>le statut foncier précaire de certains promoteurs.</p>	
Besoin de validation par des experts	Aucun	
Délai de mise en œuvre	Aucun	

Technologie 9: Promotion de Foyers Améliorés "ménage"		Illustrations (photos graphiques)
Introduction	La raréfaction et le prix de plus en plus élevé du bois de feu conduit la plupart des ménages, en particulier en milieu urbain et semi-urbain à recourir systématiquement aux technologies d'économie de bois comme les foyers améliorés.	
Caractéristiques de la Technologie	<p>Il y a plusieurs types de foyers améliorés selon (i) le matériau utilisé dans la fabrication (métallique, banco, céramique, ciment, etc.), (ii) la mobilité (fixe ou déplaçable), (iii) les dimensions (foyers d'utilisation individuelle, foyers dolo pour de grandes marmites, etc.), (iv) le combustible utilisé (bois, charbon, gaz). Parmi les foyers améliorés, le type Trois Pierres Amélioré (3PA) est le plus vulgarisé du fait de sa construction facile et des matériaux utilisés. Le foyer amélioré 3PA est entièrement construit en banco (paille, bouse de vache, paille) et est composé de trois parties : le corps du foyer, la dalle, les trois pierres, la chambre de combustion et la porte qui permet l'introduction du bois. Le corps du foyer qui a la forme d'un cône renversé dont le volume est celui de la chambre de combustion repose sur la dalle sur laquelle sont fixées les trois pierres.</p> <p>La distance paroi - marmite est la distance qui sépare la marmite de la paroi intérieure du foyer. Elle joue le rôle de cheminée. La distance sol - marmite est la distance qui sépare le fond de la marmite de la dalle (ou plancher) du foyer. Le fonctionnement du foyer amélioré se fait par le système de transfert de chaleur. La combustion a lieu dans la chambre de combustion, et entretenue par un tirage qui s'effectue de la porte vers l'espace paroi – marmite (CPP, Nov 2011).</p>	
Statut	Technologie courante et bien connue au Burkina depuis près de 40 ans. Il existe des réseaux d'acteurs bien organisés pour la production, la commercialisation et l'assistance technique en matière de diffusion de foyers améliorés	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	Ensemble du territoire national	
Coûts, incluant le coût de mise en œuvre des options d'adaptation	<p>Le coût des foyers améliorés varie énormément en fonction des matériaux utilisés pour leur fabrication, de leur taille, et en fonction du type de combustible à utiliser (bois, charbon ou gaz).</p> <p>Si le prix d'un foyer 3PA est symbolique (auto-construction en général), les foyers métalliques transportables peuvent coûter au ménage jusqu'à 8.000 F CFA la paire nécessaire pour préparer un plat principal et sa sauce.</p>	
Efficacité de la technologie	Les foyers 3PA permettent une économie d'énergie jusqu'à 40 % par rapport aux foyers traditionnels.	
Rentabilité économique	Le Taux de Retour sur Investissement pour l'utilisatrice des foyers améliorés (valeur des bénéfices/coût investissements) est estimé à 166% (INDC 2015)	

Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	En permettant une économie de bois jusqu'à 40 % par rapport aux foyers traditionnels, le foyer 3PA permet une économie sur le budget des ménages consacré au bois-énergie pouvant atteindre 40\$US par mois ; sans compter une réduction de 2,5% des dépenses de santé des personnes utilisant les foyers.	
	Au plan environnemental, les foyers améliorés contribuent à la lutte contre la désertification et les effets du changement climatique à travers l'économie d'énergie : l'économie de bois et la préservation des forêts qui en découle permet de réduire les émissions de CO2 (jusqu'à 1130 tonnes par an pour 1000 FA utilisés régulièrement).	
	Ils contribuent à l'amélioration des conditions de vie des femmes par le confort dans la cuisine et le gain en temps de travail. Les foyers améliorés sont faciles à construire et sont également disponibles sur le marché à des coûts abordables	
Efficience: accessibilité aux ressources et aux capacités des utilisateurs	Les choix des ménages sont variés en fonction des milieux et des budgets	
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	On observe un regain d'intérêt pour les foyers améliorés dans les zones urbaines et semi-urbaines. L'impact sur le budget des ménages explique que ce regain d'intérêt touche de plus en plus le milieu rural où le bois n'est plus gratuit.	
Obstacles à la diffusion	Certains foyers comme le 3PA ne sont pas déplaçables et résistent mal aux intempéries. Très peu d'options existent pour les foyers améliorés adaptés aux grandes utilisations avec le confort d'atténuation de la fumée (SP-CONEDD, 2011).	
Besoin de validation par des experts	Aucun	
Délai de mise en œuvre	Aucun	

Technologie 10: Promotion de Foyers Améliorés à "dolo"		Illustrations (photos graphiques)
Introduction	La préparation de la bière de sorgho (dolo) consomme énormément de bois de feu. Traditionnellement, on fait bouillir la pâte dans de volumineux pots en argile sur un foyer trois pierres alimenté par de grands troncs d'arbre. Dans les villes comme Ouagadougou ou Bobo-Dioulasso, les brasseries traditionnelles consomment au moins 20% de la totalité du bois de chauffe utilisé dans ces villes. Le foyer amélioré dolo, spécialement conçu pour la préparation de la bière de sorgho, n'est pas mobile et permet d'alimenter simultanément en énergie 2 à 5 gros chaudrons.	
Caractéristiques de la Technologie	<p>Les foyers améliorés à dolo destinés aux brasseries sont faits de briques et d'argile. Ils sont fixes et comprennent deux à cinq chaudrons (différentes tailles sont possibles), appelés marmites (lorsqu'ils sont en aluminium) ou canaris (lorsqu'ils sont en argile). Les chaudrons en aluminium sont le plus utilisés dans les centres urbains et semi-urbains, et même de plus en plus en milieu rural. Une ouverture sur l'avant du foyer permet de placer le bois dans la chambre de combustion, les troncs entiers étant progressivement poussés dans le four. Il y a deux modèles de foyers améliorés à dolo:</p> <p>Le foyer à dolo en terre traditionnel amélioré: il est construit par un maçon professionnel formé à cet effet; la dolotière fournissant le matériau de base (argile, sable, eau). Depuis la mi-2008, les programmes de diffusion de FA (tel que FAFASO) ont formé des maçons spécialisés dans la construction de fourneaux à bière dans toutes les régions à tradition de brasserie de bière locale; avec une concentration sur les villes de Ouagadougou et Bobo-Dioulasso.</p> <p>L'IRSAT a mis au point des foyers spéciaux en banco pour les brasseries permettant des économies allant jusqu'à 80% par rapport aux foyers traditionnels à trois pierres et de 50% comparé aux modèles traditionnels améliorés.</p>	
Statut	Technologie parfaitement maîtrisée au plan national	
Adaptation dans les zones climatiques du pays	Tout le territoire national	
Coûts, incluant le coût de mise en œuvre des options d'adaptation	<p>Le coût du foyer dolo traditionnel dépend du nombre et de la taille des marmites (canaris) devant être intégrées au foyer; il varie selon le FAFASO (2013), de 8 à 30 euros (5.000 à 20.000 F. CFA).</p> <p>Quant au foyer dolo "moderne" (modèle IRSAT), il coûte environ 27.500 francs CFA (soit 42 euros), sans les chaudrons (IOB N° 388, 2013). Lorsque les chaudrons sont en aluminium, ils sont en fait plus chers que le foyer lui-même, et beaucoup plus onéreux que les canaris en argile, mais leur durée de vie est supérieure: le coût d'un jeu de foyers dolo (4 à 5 marmites en aluminium) peut atteindre 150.000 F CFA (300 \$US) tous frais inclus (marmites, matériau local et coûts du maçon) (CPDN, 2015).</p>	

Efficacité de la technologie	Le jeu de foyers dolo permet de réduire jusqu'à 80% la consommation et la demande en bois de feu par rapport au système traditionnel.	
Rentabilité économique	Le Taux de Retour sur Investissement pour l'utilisatrice des foyers améliorés dolo (valeur des bénéfices/coût investissements) est estimé à 92% (CPDN, 2015). Compte tenu des quantités de bois en jeu dans la préparation du dolo, ce niveau de rentabilité est suffisamment motivant pour les femmes, en particulier en milieu urbain et semi-urbain.	
Impacts et bénéfices de développement potentiels (économiques, sociaux, environnementaux)	La réduction de 36% de la consommation et de la demande en bois de feu par rapport au système traditionnel permet de préserver les forêts. L'utilisation permanente de foyers dolo permet de réduire les émissions de CO2 (jusqu'à 3.400 tonnes par an pour 1000 kits de foyers dolo) (CPDN, 2015) Les avantages socio-économiques sont les plus importants : les économies financières, la réduction des risques pour la santé et les dépenses de santé, l'amélioration du confort de travail et des conditions de vie des femmes, etc.	
Efficiences: accessibilité aux ressources et aux capacités des utilisateurs	Le foyer dolo apparaît comme un investissement efficient, lorsqu'il est d'usage collectif et permanent (cabarets permanents ou semi-permanents permettant aux femmes de se relayer à tour de rôle). En revanche, l'investissement paraît lourd pour des ménages brassant du dolo de façon épisodique.	
Potentiel de mise à l'échelle/ diffusion	Comme pour le foyer amélioré ménage, le regain d'intérêt pour les foyers améliorés dolo dans les zones urbaines et semi-urbaines est élevé. L'impact sur le budget des "dolotières" explique que ce regain d'intérêt touche de plus en plus le milieu rural où le bois n'est plus gratuit, particulièrement pour la préparation de la bière de sorgho.	
Obstacles à la diffusion	Le coût unitaire du kit	
Besoin de validation par des experts	Aucun	
Délai de mise en oeuvre	Aucun	

Annexe III : Liste des membres du groupe de travail sectoriel agriculture-foresterie

Nom et Prénoms	Structure d'appartenance	Contact : tel + mail
GUENGANE Rigobert	MAAH/DGAHDI	70 29 20 29 rguengane@yahoo.fr
OUEDRAOGO Seydou	Confédération Paysanne du Faso	ouedsey22@yahoo.fr
SAWADOGO/COMPAORE Eveline	INERA/GRN-SP	78859019 comepeve@yahoo.fr
DANGO Obou	FN-UGGF	70263492 dangobou@yahoo.fr
OUEDRAOGO Nestor	SP/PAGIRE	70171607 ouedranestor@yahoo.fr
SANON D. Mathurin	SP/CONEDD	70255665 mathurinsanon@yahoo.fr
KABORE Colette	SP/CONEDD	71413121 colettekabore@yahoo.fr
GUIRE Abdoulaye	DGPV/ MAAH	78832416 guirab2e@yahoo.fr
BALLO Cyriaque	PIF/MEEVCC	78061691 cyrbal@yahoo.com
TRAORE Sy Kalifa	DIFOR/MEEVCC	70039055 traoresakalifa@yahoo.fr
HIEN B. Euloge	DIFOR/MEEVCC	71138510 babaonieulogehien@yahoo.fr
SOME Cécilia	AMIFOB	70269999 somececilia@yahoo.fr
SOMDA W. Serge	Programme National Biodigesteur- BF	70730525 Winy_ss@yahoo.fr