

Document
de travail
IWMI

149

Investir dans la gestion de l'eau en agriculture au profit des petits exploitants agricoles du Burkina Faso



Rapport national de synthèse du projet AgWater Solutions



Documents de travail

Les documents publiés dans cette série recensent les travaux et la pensée des chercheurs de l'IWMI, ainsi que les savoirs dont la direction scientifique de l'Institut considère qu'ils méritent d'être diffusés. Cette série veille à ce que les données scientifiques et les autres informations réunies ou préparées dans le cadre des travaux de recherche de l'Institut soient recensées et référencées. Parmi les documents de travail peuvent figurer des rapports de projets, des études de cas, des comptes rendus de conférences ou d'ateliers, des documents de réflexion ou des rapports sur l'avancement des recherches, des rapports de recherche spécifiques pour certains pays, des monographies, etc. Les documents de travail peuvent être publiés conjointement par l'IWMI et des organisations partenaires.

Bien que la plupart des rapports soient publiés par des membres du personnel de l'IWMI et leurs collaborateurs, nous accueillons avec intérêt les apports extérieurs. Chaque rapport est examiné à l'interne par le personnel de l'IWMI. Les rapports sont publiés et diffusés à la fois en version papier et électronique (www.iwmi.org) et, autant que faire se peut, toutes les données et analyses seront proposées sous forme de fichiers distincts téléchargeables. Les rapports peuvent être copiés librement et cités à condition que l'apport de l'organisation soit reconnu.

A propos de l'IWMI

La mission de l'IWMI est d'améliorer la gestion des ressources en terres et en eaux au profit de l'alimentation, des moyens d'existence et de l'environnement. Dans le cadre de cette mission, l'IWMI fait porter l'essentiel de son action sur l'intégration des politiques, technologies et systèmes de gestion afin de parvenir à des solutions viables aux problèmes réels—des résultats pratiques et pertinents dans les domaines de l'irrigation et des ressources en terres et en eaux.

Document de travail IWMI 149

**Investir dans la gestion de l'eau en agriculture au profit
des petits exploitants agricoles du Burkina Faso**

Rapport national de synthèse du projet AgWater Solutions

Texte revu par
Alexandra E. V. Evans
Meredith Giordano
et
Terry Clayton

Institut international de gestion des ressources en eau (IWMI)
P. O. Box 2075, Colombo, Sri Lanka

Edition: Alexandra E. V. Evans est Coordinatrice stratégique des applications scientifiques à l'Institut international de gestion des ressources en eau (IWMI) à Colombo, Sri Lanka; Meredith Giordano est Co-directrice du projet AgWater Solutions à l'IWMI à Colombo, Sri Lanka; et Terry Clayton est un Consultant de l'IWMI basé à Udon Thani, Thaïlande.

Evans, A. E. V.; Giordano, M.; Clayton, T. (Ed.). 2012. *Investir dans la gestion de l'eau en agriculture au profit des petits exploitants agricoles du Burkina Faso. Rapport national de synthèse du projet AgWater Solutions*. Colombo, Sri Lanka: Institut international de gestion des ressources en eau (IWMI). 32p. (Document de travail IWMI 149). doi: 10.5337/2012.216

/ gestion de l'eau / production agricole / investissement / projets de recherche / petits exploitants agricoles / agriculteurs / eaux de surface / stockage des eaux / saison sèche / culture des légumes / bassins versants / réservoirs / aspects sociaux / effets sur l'environnement / évaluation / systèmes d'irrigation / pompes / parties prenantes / Burkina Faso /

ISSN 2279-2287

ISBN 978-92-9090-761-9

Publié à l'origine en tant que:

Evans, A. E. V.; Giordano, M.; Clayton, T. (Eds.). 2012. *Investing in agricultural water management to benefit smallholder farmers in Burkina Faso. AgWater Solutions Project country synthesis report*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI). 30p. (IWMI Working Paper 149). doi: 10.5337/2012.211

Droits d'auteur © 2012 de l'IWMI. Tous droits réservés. L'IWMI encourage l'utilisation de ses documents à condition que l'apport de l'organisation soit reconnu et qu'elle soit informée de telles occurrences.

Veillez adresser questions et commentaires à: IWMI-Publications@cgiar.org

Il est possible de télécharger une copie gratuite de cette publication sur:
www.iwmi.org/Publications/Working_Papers/index.aspx

Remerciements

Les rédacteurs souhaitent remercier tous ceux dont le travail a contribué à l'élaboration de ce rapport. Nos remerciements à l'équipe qui a travaillé sur l'analyse des petits réservoirs, dont Sanou Korotimi (Aspirant au doctorat, Université de Ouagadougou et Institut de recherche pour le développement (IRD)), Torou Bio Mohamadou (IWMI), Oueresse Armel (Consultant indépendant), Ki Francine (Consultant indépendant) et Ouedraogo Kassoum (Aspirant à la maîtrise ès sciences, Université Léopold Sédar Senghor, Egypte), ainsi que Jean-Philippe Venot (IWMI) qui a assuré la coordination de ces travaux. Nous sommes également reconnaissants envers tous ceux qui ont réalisé l'étude sur Korsimoro, dont Charlotte de Fraiture (Institut UNESCO-IHE pour l'éducation relative à l'eau, anciennement IWMI), Gael Ndanga Kouali (IWMI), Hilmy Sally (Consultant indépendant, anciennement à l'IWMI) et Priva Kabre (Aspirant à la maîtrise ès sciences, Fondation 2iE); et au personnel de l'Institut de Stockholm pour l'environnement (SEI), dont Jennie Barron (chef d'équipe), Annemarieke de Bruin, Steve Cinderby et Christian Stein, qui ont effectué les recherches dans le bassin versant du Nariarlé. En ce qui concerne les travaux de cartographie et les zones favorables à la gestion de l'eau en agriculture, nous aimerions exprimer notre gratitude à l'équipe de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), à savoir Guido Santini, Livia Peiser et Jean-Marc Faurès. Pour ce qui est des travaux liés à l'engagement des parties prenantes par le biais du processus de dialogue, nous voudrions remercier l'animatrice du dialogue, Domitille Vallée (FAO), et sa collègue Bernadete Neves, ainsi que la représentation de la FAO au Burkina Faso. Nous apprécions tout particulièrement la précieuse contribution de l'Agent de coordination national, M. Oumar Seydina Traore, Directeur de la Direction des aménagements et du développement de l'irrigation (DADI), Ministère de l'agriculture, de ses collègues, M. Mahamadou Tientoré (anciennement de la DADI, maintenant au Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût (CREPA)) et Mme Seimata Darra, et des facilitateurs du dialogue, Moussa Laurent Compaore et le regretté Youssouf Dembele. Nous voudrions également apprécier le travail important accompli par le Secrétariat du projet AgWater Solutions, et en particulier par Mala Ranawake et Wendy Ells, qui ont contribué à la rédaction de divers textes pour ce rapport. Rien de tout cela n'aurait été possible sans l'engagement et l'appui des collectivités locales, des experts, des autorités et des organisations non gouvernementales (ONG). Nous leur devons tous beaucoup. Ces travaux ont été financés par une subvention de la Fondation Bill & Melinda Gates. Les résultats et conclusions de ce rapport sont ceux auxquels sont parvenus les auteurs et rédacteurs et ne reflètent pas nécessairement les points de vue ou politiques de la Fondation Bill & Melinda Gates.

Le projet

Le projet AgWater Solutions a été mis en oeuvre dans plusieurs pays africains et asiatiques entre 2009 et 2012. Son objectif est de repérer les options et occasions d'investissement dans la gestion de l'eau en agriculture qui offrent les plus grandes chances de permettre l'amélioration des revenus et de la sécurité alimentaire des agriculteurs pauvres, et de définir des outils et recommandations à l'intention des parties prenantes du secteur, dont les décideurs, les investisseurs, les ONG et les petits exploitants agricoles. Le présent rapport est une synthèse des conclusions de la recherche et des résultats de la collaboration, au Burkina Faso, de l'équipe et des parties prenantes sur toute la période du projet.

Les principales institutions chargées de la mise en oeuvre étaient l'Institut international de gestion des ressources en eau (IWMI), l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), l'IDE, l'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI) et l'Institut de Stockholm pour l'environnement (SEI).

Pour obtenir davantage d'informations sur le projet ou des rapports détaillés, veuillez consulter le site web du projet (<http://awm-solutions.iwmi.org/home-page.aspx>) ou contactez le Secrétariat du projet AgWater Solutions(AWMSolutions@cgiar.org).

Table des matières

Résumé.....	vii
La gestion de l'eau en agriculture pour les petits exploitants agricoles	1
Pourquoi investir dans la GEA pour les petits exploitants agricoles au Burkina Faso?	2
Opportunités d'investissement dans la GEA au Burkina Faso	2
Etude des options de GEA	7
Stockage des eaux de surface	7
Culture des légumes de saison sèche	12
Amélioration des bas-fonds	15
Evaluation des répercussions sociales et écologiques des interventions de GEA: enseignements du bassin versant du Nariarlé	18
Le bassin versant	19
L'évaluation	20
Les résultats	20
L'engagement des parties prenantes, formelles et informelles.....	22
Conclusions.....	23
Les autres solutions de GEA à envisager	23
Références.....	24

Résumé

Ce document de travail résume les recherches menées dans le cadre du projet AgWater Solutions au Burkina Faso entre 2009 et 2012. Le secteur agricole compte pour presque 40 pour cent du produit intérieur brut (PIB) du pays et pour 80 pour cent des gains à l'exportation. Le Burkina Faso demeure toutefois un pays à faible revenu et à déficit vivrier selon les critères de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Au Burkina Faso, les estimations évaluent à 8 milliards de mètres cubes le volume des eaux de surface et à 9,5 milliards celui des eaux souterraines, mais l'agriculture reste essentiellement pluviale et les agriculteurs pratiquent en général une agriculture traditionnelle de subsistance. De plus en plus les petits exploitants agricoles mettent en culture des parcelles de légumes irriguées dans les zones disposant d'eau et de bonnes liaisons avec les marchés, mais ces pratiques demeurent limitées. Les terres potentiellement irrigables couvriraient 233 500 hectares (ha), mais seulement 14 pour cent des superficies cultivées sont récoltées tous les ans.

Les chercheurs du projet AgWater Solutions ont étudié les possibilités offertes par les petits réservoirs, la culture des vallées intérieures et l'utilisation de pompes motorisées. Parmi les méthodes de recherche employées figurent des évaluations rurales rapides, des entretiens, des questionnaires d'enquête et des analyses documentaires.

Les principaux résultats donnent les indications suivantes:

- Les petits réservoirs doivent être mieux gérés à tous les stades afin de réduire les coûts et d'améliorer la situation sur le plan de l'équité. Les coûts seraient comparables à ceux d'autres options de GEA. L'investissement total nécessaire pour atteindre 50% de la demande potentielle au Burkina Faso pourrait s'élever à 1 136 millions de dollars EU. La réduction des coûts passerait par un contrôle rigoureux de la planification, de la mise en oeuvre et de la gestion et il faudrait les comparer avec tous les avantages offerts par le réservoir sur toute sa durée de vie. Si cette option est mise en oeuvre, quelque 321 000 ménages pourraient en bénéficier.
- Les vallées intérieures, couramment appelées bas-fonds, peuvent être utilisées pour accroître la culture du riz et d'autres plantes cultivées grâce à une amélioration de la gestion de l'eau et des pratiques agronomiques et après récolte. L'investissement dans les infrastructures physiques et la vulgarisation pourrait s'élever à 384 millions de dollars EU.
- Les pompes motorisées peuvent augmenter les rendements et les revenus mais il faudrait résoudre certains problèmes dans divers domaines tels que le financement, la réduction du coût de l'approvisionnement en électricité, l'éloignement des fournisseurs de pompes, les pratiques d'exploitation et d'entretien déficientes et les dommages à l'environnement. Les pompes motorisées utilisées en amont des réservoirs peuvent permettre des cultures de légumes profitables en saison sèche, mais il faut rester vigilant concernant les prélèvements d'eau excessifs, la pollution et les conflits. L'adoption plus généralisée des pompes motorisées pourrait profiter à quelque 332 000 ménages d'agriculteurs qui irrigueraient jusqu'à 4 pour cent de l'ensemble des superficies agricoles pour un coût d'investissement total de 121 millions de dollars EU.
- Il serait recommandé, pour permettre l'irrigation d'appoint dans les zones couramment exposées à des périodes de sécheresse, d'associer diverses options de gestion de l'eau en agriculture – captage/stockage + dispositifs d'élévation + technologies d'irrigation + conservation des sols + gestion des bassins versants.

LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE POUR LES PETITS EXPLOITANTS AGRICOLES

De plus en plus de petits exploitants agricoles, partout en Afrique et en Asie, trouvent le moyen de mieux gérer l'eau utilisée pour l'agriculture afin d'augmenter leurs rendements et revenus et de diversifier leurs choix de cultures et leurs moyens d'existence. Les agriculteurs achètent ou louent du matériel d'irrigation, puisent de l'eau dans des sources proches et construisent de petites structures de stockage de l'eau, individuellement ou collectivement. Souvent les investisseurs externes sous-estiment ces initiatives, mais le secteur de la gestion de l'eau en agriculture pour les petits exploitants agricoles (GEA) contribue à la sécurité alimentaire, aux revenus ruraux, à la santé et à la nutrition. Les pratiques de GEA à petite échelle pourraient bénéficier à des centaines de millions d'agriculteurs, mais ce potentiel est encore loin d'être réalisé.

Le projet AgWater Solutions a étudié cette tendance, ainsi que les opportunités et contraintes liées à la GEA pour les petits exploitants agricoles, dans cinq pays africains, le Burkina Faso, le Ghana, l'Éthiopie, la Tanzanie et la Zambie, et deux états de l'Inde, le Bengale occidental et le Madhya Pradesh. Il a ainsi défini plusieurs initiatives susceptibles de permettre la réalisation du potentiel du secteur de la GEA pour les petits exploitants agricoles, dont:

- **La création de structures d'appui institutionnel:** Les organes directeurs en place répondent généralement aux besoins des systèmes publics d'irrigation et ne sont souvent pas adaptés pour tirer profit des opportunités offertes par ce mode alternatif de développement de l'irrigation ni faire face aux problèmes qu'il pose. Les institutions agricoles traditionnelles s'intéressent rarement à la production végétale à vocation commerciale des petits agriculteurs, telle que la production de légumes à valeur élevée durant la saison sèche.
- **La maîtrise des dysfonctionnements de la chaîne de valeur:** Les dysfonctionnements du marché ont des effets négatifs sur la prise de décision des agriculteurs et sur leur accès à la technologie. Parmi ces dysfonctionnements figurent: les chaînes d'approvisionnement peu développées; les taxes et coûts de transaction élevés; le manque d'informations et de connaissances sur l'irrigation, les semences, la commercialisation et les équipements; et les inégalités d'information et de pouvoir dans les marchés de produits agricoles.
- **L'amélioration de l'accès aux technologies pour tous les secteurs de la société:** Les agriculteurs plus aisés disposent d'un meilleur accès à l'information et à la technologie que leurs homologues plus pauvres et que les femmes, qui sont confrontés à plusieurs types d'obstacles: coûts initiaux d'investissement élevés, absence d'outils de financement, et accès limité à l'information pour faire des choix avisés d'investissement et de commercialisation.
- **La gestion des compromis potentiels:** La GEA pour les petits exploitants agricoles peut être avantageuse pour un agriculteur individuel, mais sa généralisation peut avoir des conséquences inattendues. Des points de prélèvement de l'eau nombreux et dispersés, s'ils ne sont pas gérés dans le cadre de l'ensemble du paysage, peuvent avoir un effet négatif sur les utilisateurs en aval et provoquer des dommages à l'environnement.

Il faut, pour résoudre ces problèmes, jeter un regard nouveau sur les technologies, produits et pratiques nouveaux et existants de GEA afin d'améliorer le potentiel du secteur de la GEA pour les petits exploitants agricoles et de trouver des solutions.

POURQUOI INVESTIR DANS LA GEA POUR LES PETITS EXPLOITANTS AGRICOLES AU BURKINA FASO?¹

Le secteur agricole est important au Burkina Faso puisqu'il compte pour presque 40 pour cent du PIB du pays et pour 80 pour cent des gains à l'exportation. Le Burkina Faso demeure toutefois un pays à faible revenu et à déficit vivrier selon les critères de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Cela s'explique en partie par la variabilité élevée des précipitations qui vont de 400 millimètres (mm) dans le nord-est à 1 200 mm dans l'extrême sud-ouest.

Au Burkina Faso, les estimations évaluent à 8 milliards de mètres cubes le volume des eaux de surface et à 9,5 milliards celui des eaux souterraines, mais l'agriculture reste essentiellement pluviale et les agriculteurs pratiquent en général une agriculture traditionnelle de subsistance. De plus en plus les petits exploitants agricoles mettent en culture des parcelles de légumes irriguées dans les zones disposant d'eau et de bonnes liaisons avec les marchés, mais ces pratiques demeurent limitées. Les terres potentiellement irrigables couvriraient 233 500 ha, mais le Ministère de l'agriculture, de l'hydraulique et des ressources halieutiques a estimé que seulement 38 258 ha (14%) des superficies cultivées étaient actuellement récoltées tous les ans. La géologie est l'une des difficultés qui font obstacle à l'accès des petits exploitants agricoles aux eaux souterraines.

Le projet AgWater Solutions a cartographié le potentiel d'amélioration des moyens d'existence des petits exploitants agricoles du Burkina Faso qu'offre la GEA et établi que presque 6,5 millions de personnes (plus de la moitié de la population rurale) pourrait tirer profit de la gestion de l'eau en agriculture (figure 1).

Opportunités d'investissement dans la GEA au Burkina Faso

Le projet AgWater Solutions a repéré de nombreuses pratiques existantes de GEA qui pourraient permettre de réaliser la prévision estimant que 6,5 millions de personnes pourraient tirer profit de la GEA. Il a été convenu, en accord avec les intervenants locaux des 13 régions agricoles et avec les autorités nationales, que les options considérées seraient celles qui s'appliquent aux cultures de base pluviales et qui permettent une diversification, comme par exemple l'irrigation au goutte-à-goutte, l'irrigation d'appoint avec des dispositifs d'élévation de l'eau et le développement des sources d'eau et des fonds de vallées (bas-fonds) (tableau 1).

¹ Inspiré de AgWater Solutions Project 2010a, 2010b, 2010c

TABLEAU 1. Options de GEA examinées et classées par ordre de priorité avec les parties prenantes

Accès à l'eau/stockage	Élévation de l'eau	Transport et application de l'eau
<ul style="list-style-type: none"> • Petits barrages et <i>boulis</i> (petits étangs) • Puits de grand diamètre et puits tubulaires pour la production horticole • Puits profonds • Conservation des sols et des eaux (collecte des eaux de pluie in situ) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pompes motorisées • Pompes solaires 	<ul style="list-style-type: none"> • Irrigation goutte-à-goutte • Irrigation par sillons (gravité) • Amélioration de l'efficacité du transport des eaux d'irrigation (ex.: conduites en PVC enterrées) • Irrigation par planches (pour les légumes) • Irrigation par submersion (pour le riz) • Développement des fonds de vallées
Mesures de soutien à la GEA		
<ul style="list-style-type: none"> • Gestion de l'organisation des petits barrages et des périmètres associés • Amélioration de la capacité à sélectionner ou utiliser les options de GEA, et à innover • Appui financier pour l'accès à du matériel de GEA et à des nutriments de qualité • Amélioration de la chaîne de valeur pour le matériel de GEA 		

Source: FAO 2012b; AgWater Solutions Project 2010c

La Politique de développement hydro-agricole définie en 2004 met l'accent sur l'irrigation à petite échelle et encourage la participation des utilisateurs, les organisations d'agriculteurs et l'investissement privé dans les installations de grande et moyenne importance, selon les définitions suivantes:

Les grands périmètres occupent des centaines de milliers d'hectares. Leur gestion peut être déléguée à un état, autogérée par les agriculteurs bénéficiaires ou privée. La taille des exploitations agricoles varie généralement de 0,5 à 2 ha, mais peut aller jusqu'à 10 ha pour les compagnies spécialisées dans l'agroindustrie.

Les périmètres moyens couvrent entre 20 et 100 ha. Ce sont essentiellement des périmètres alimentés par gravité en aval de petits barrages ou des périmètres alimentés par pompage à partir de barrages ou de lacs naturels. Ils sont généralement exploités par des familles d'agriculteurs individuelles. Les parcelles irriguées varient entre 0,1 et 0,25 ha.

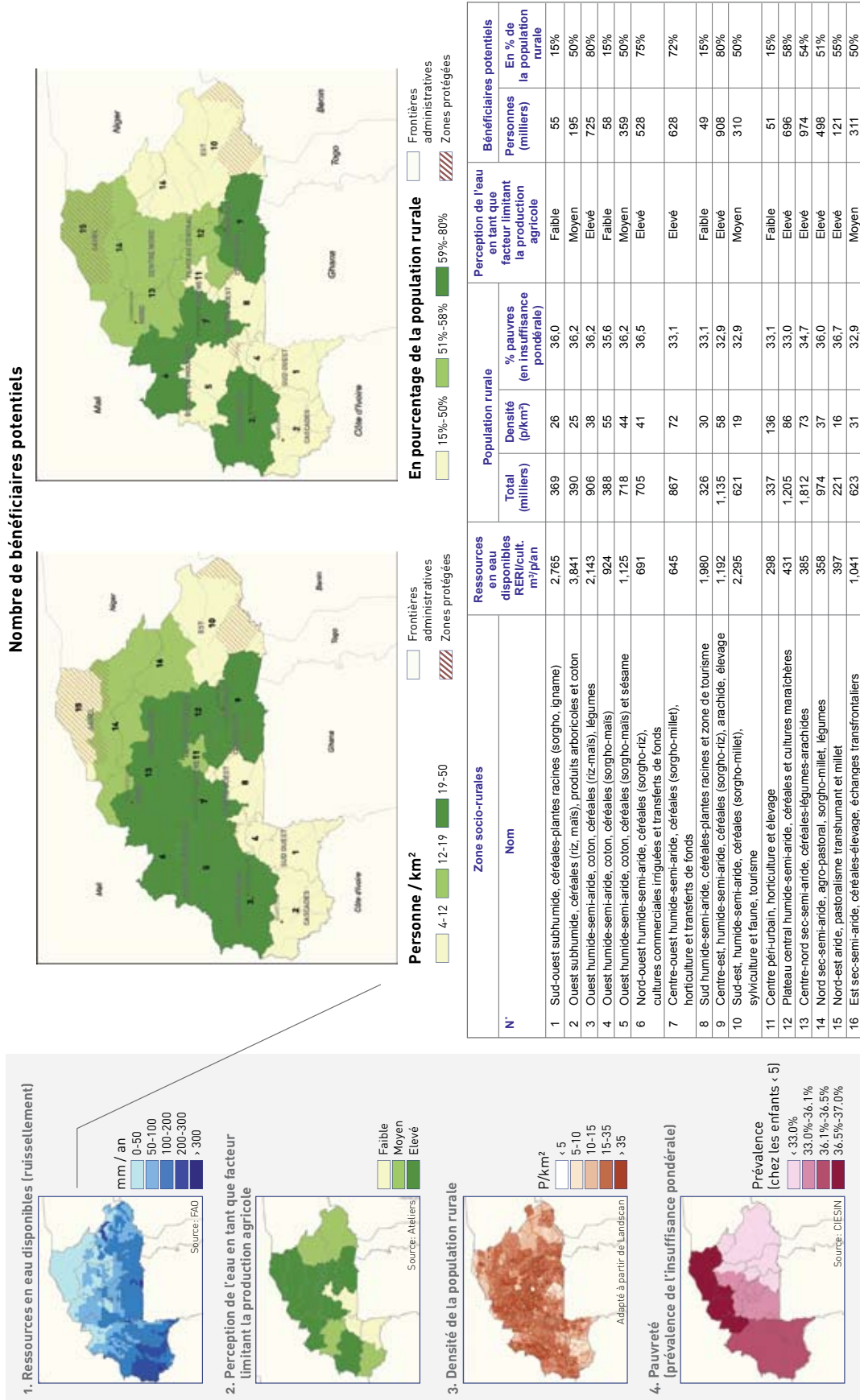
Les installations de petite irrigation sont de taille variable selon la technologie utilisée et les conditions de gestion. L'irrigation manuelle peut permettre d'exploiter 25 mètres carrés (m²); les pompes des exploitations commerciales irriguent de 3 à 20 ha; les pompes à pédale permettent l'exploitation de 30 à 40 acres (16 ha); et les petites pompes centrifuges de 3,5 à 5 hp irriguent de 1 à 2 ha. Ces installations peuvent être individuelles (privées) ou collectives (coopératives villageoises).

Les bas-fonds sont des basses terres (marais) aménagées pour réduire l'écoulement des eaux de surface et se servir de l'eau de pluie, en général pour la culture du riz paddy. Ils sont importants parce qu'ils constituent une ressource librement accessible souvent utilisée par les agriculteurs pauvres. La gestion des bas-fonds est assurée par les exploitants, conjointement avec les associations, les groupes ou les coopératives. Les exploitants sont responsables de la gestion des eaux et de l'entretien des infrastructures, encadrés par les organisations d'agriculteurs ou les comités de gestion.

Il a été demandé aux parties prenantes, dont les agriculteurs, les représentants du gouvernement, les agents de la vulgarisation et les fournisseurs des technologies de GEA quelles étaient les raisons des faibles niveaux d'adoption de la GEA et quelles seraient leurs recommandations pour surmonter ces obstacles. Leurs impressions et recommandations sont exposées dans le tableau 2.

Une série de recommandations a été faite à partir des commentaires des parties prenantes et d'un processus détaillé de recherche pour déterminer comment faire en sorte que les petits exploitants agricoles adoptent davantage et utilisent plus durablement ces options de GEA (tableau 3). Une analyse a également été effectuée pour déterminer le nombre de bénéficiaires potentiels et les superficies agricoles susceptibles d'être irriguées.

FIGURE 1. Bénéficiaires potentiels de la gestion de l'eau en agriculture au Burkina Faso



Source: FAO 2012a

TABLEAU 2. Impressions des parties prenantes concernant les obstacles à l'adoption de la GEA et les solutions possibles

Facteurs limitant l'adoption des options de GEA par les petits exploitants agricoles	Recommandations pour favoriser l'adoption de la GEA
<ul style="list-style-type: none"> • Les options disponibles sur les marchés locaux sont limitées. Il est donc difficile aux agriculteurs de choisir la technologie la mieux adaptée à leurs besoins et d'entretenir leurs équipements. • Les agriculteurs et vulgarisateurs connaissent mal la diversité des options de GEA offertes, parce qu'il est rare que leur soient proposés des conseils ou démonstrations adéquats. • L'adoption semble être motivée par les opportunités offertes par l'investissement dans les projets, les importations décidées par le gouvernement ou les produits commercialisés dans le pays, plutôt que par les besoins des agriculteurs ou les possibilités réellement présentées par la solution. • L'accès aux crédits nécessaires pour faire face aux coûts initiaux d'investissement est souvent difficile pour les agriculteurs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les agriculteurs ont besoin de stratégies de soutien pour leur permettre de prendre des décisions éclairées. • La diffusion d'informations, la formation et la vulgarisation pourraient être améliorées, en particulier après la présentation d'une option. • Il faut que des pièces de rechange soient disponibles. • Des facilités de crédit personnalisées devraient être proposées aux petits exploitants agricoles. • Les petits barrages devraient être repensés pour tenir compte, dès la conception, des multiples utilisations de l'eau et des problématiques d'équité. • L'amélioration des régimes fonciers et de l'accès aux terres sont des conditions indispensables d'une GEA réussie – en particulier autour des petits barrages et pour l'aménagement des fonds de vallées. • Les petits exploitants agricoles préfèrent les systèmes individuels aux systèmes communautaires et les eaux souterraines aux eaux de surface (même lorsque les systèmes collectifs se justifient sur le plan économique) parce que les systèmes individuels sont plus fiables et que leurs coûts de transaction sont moins élevés.

Source: FAO 2012b

TABLEAU 3. Evaluation des options de GEA, recommandations et bénéficiaires potentiels

Solution de GEA	Ménages bénéficiaires (% des ménages ruraux)*	Superficie en hectares (% du total des terres agricoles)*	Estimation des coûts d'investissement (\$EU)
Les petits réservoirs ont des usages multiples et offrent une sécurité lors des années de sécheresse. Ils doivent être mieux gérés à toutes les étapes afin de réduire les coûts et d'améliorer l'équité. Dans ces conditions, leur coût serait comparable à celui des autres options de GEA.	100 000-321 000 (1-3%)	100 000-321 000 (1-5%)	750 000/mètre cube (m ³) d'eau stockée
Les vallées intérieures/bas-fonds peuvent permettre d'augmenter les superficies consacrées à la riziculture et aussi à d'autres cultures. Le succès de leur exploitation dépendra de l'amélioration de la gestion de l'eau et des pratiques agronomiques et après récolte.	361 000-426 000 (3-4%)	541 000-639 000 (8-9%)	600/ménage
Les pompes motorisées peuvent augmenter les rendements et les revenus, mais il faut surmonter les problèmes que posent certains domaines tels que le financement, la réduction des coûts (ex.: approvisionnement en électricité), l'éloignement des fournisseurs de pompes et les pratiques d'exploitation et d'entretien déficientes. Les pompes motorisées utilisées en amont des réservoirs peuvent permettre des cultures profitables de légumes à valeur élevée en saison sèche, mais il faut rester vigilant concernant les prélèvements d'eau excessifs, la pollution et les conflits.	276 000-332 000 (2-3%)	221 000-266 000 (3-4%)	400/ménage

Source: Cette étude; toutes les données: FAO 2012a

Remarque: * Il est supposé que 50% du total des ménages bénéficiaires potentiels adoptent l'option de GEA

Ces résultats procèdent d'une méthode qui associe la collecte des données primaires et secondaires, la participation des parties prenantes et la cartographie. Les détails de la méthode suivie par le projet AgWater Solutions, ainsi que les études connexes, sont exposés dans l'encadré 1 et décrits plus précisément dans les chapitres qui suivent. Pour obtenir davantage d'informations, dont les études de cas et les données cartographiques, veuillez consulter le site web du projet (<http://awm-solutions.iwmi.org>).

Encadré 1. La méthode du projet AgWater Solutions

Analyse de la situation et sélection des options de GEA: Une analyse initiale des conditions prévalant dans chaque pays et des pratiques de GEA déjà mises en œuvre a été effectuée. Ces dernières ont été passées en revue avec les parties prenantes et quelques-unes des pratiques les plus prometteuses ont été retenues.

Etudes de cas sur le terrain et au niveau des communautés: Les chercheurs ont utilisé une analyse des opportunités et des obstacles et une méthode participatives pour comprendre les interactions complexes entre les facteurs sociaux, économiques et physiques qui pèsent sur la mise en pratique et la réussite des options de GEA, et pour déterminer les technologies adaptées aux différents contextes dans chacun des pays accueillant le projet.

Etudes de cas au niveau des bassins versants: Les chercheurs ont utilisé une méthode multidisciplinaire pour examiner comment les ressources naturelles influencent la GEA, et vice-versa, dans quatre bassins versants situés en Tanzanie, au Burkina Faso, au Bengale occidental (Inde) et en Zambie. L'analyse s'est concentrée sur: l'impact hydrologique des interventions actuelles et éventuelles de GEA; les moyens d'existence actuels à partir des ressources disponibles et la dépendance par rapport aux sources d'eau et aux pratiques de gestion de l'eau; une évaluation des répercussions de divers scénarios de GEA; et une étude de la capacité des institutions officielles et non officielles à gérer les interventions de GEA et les nouvelles externalités potentielles.

Cartographie de la GEA dans les pays: Des cartes ont été établies pour tenter d'évaluer où la GEA aura le plus grand effet dans un pays ou un état, et où des interventions spécifiques seront le plus rentables. Les étapes suivies ont respecté un processus participatif au cours duquel des experts ont défini les principales zones socio-rurales à partir de la typologie des exploitations agricoles et des stratégies rurales de subsistance, ainsi que les principaux besoins et obstacles liés à l'eau dans les différents contextes socio-ruraux. A partir de ces définitions, le potentiel d'investissement dans l'eau pour aider les populations rurales a pu être cartographié sur la base de la demande en eau et de la disponibilité de l'eau. L'étape suivante a consisté à cartographier les zones favorables et la demande d'interventions spécifiques de GEA, telles que des pompes motorisées ou des petits réservoirs, et à estimer le nombre potentiel de bénéficiaires, les zones d'application et les coûts d'investissement. Cela permettra aux investisseurs de choisir les lieux d'intervention et de classer par ordre de priorité les investissements de GEA qui auront les répercussions les plus profitables sur les moyens d'existence ruraux.

Encadré 1. La méthode du projet AgWater Solutions (suite)

Analyse régionale de la GEA: Les chercheurs ont utilisé l'analyse par le système d'information géographique (SIG), des outils d'optimisation de la gamme de cultures et des techniques de modélisation prédictive pour évaluer le potentiel régional des technologies de GEA les plus prometteuses en Asie du Sud et en Afrique subsaharienne en ce qui concerne: la superficie d'application possible (en hectares), le nombre de personnes touchées, le revenu net obtenu et la consommation en eau. Des scénarios ont également été mis au point pour prendre en compte le changement climatique et des modifications éventuelles du coût de l'irrigation.

Engagement et dialogue des parties prenantes: L'engagement des parties prenantes a fait partie intégrante de l'ensemble du projet, de l'évaluation initiale des opportunités de GEA jusqu'à l'identification de modalités possibles de mise en œuvre. Le dialogue a permis de garantir que les résultats du projet reflétaient bien le point de vue des parties prenantes et répondaient à leurs préoccupations. A tous les stades du projet il a été tenu compte de divers éléments: consultations nationales et infranationales, dialogues, enquêtes et entretiens.

ETUDE DES OPTIONS DE GEA

Stockage des eaux de surface²

Le stockage des eaux est un dispositif d'assurance pour le petit exploitant agricole. Il sert de rempart contre la variabilité des précipitations et augmente la résilience des agriculteurs. Un agriculteur qui dispose d'eau stockée peut investir dans des intrants et équipements agricoles pour améliorer sa productivité.

Les débouchés possibles

Les petits réservoirs (encadré 2) étaient auparavant souvent conçus pour une seule utilisation, mais maintenant ce sont de plus en plus des infrastructures à usages multiples. Au Burkina Faso ils étaient essentiellement aménagés pour cultiver le riz à la saison des pluies et des légumes sur de plus petites parcelles à la saison sèche. Dans le secteur de la production agricole, un accès fiable à de l'eau d'irrigation stockée permet d'envisager, au-delà de ces utilisations classiques, une diversification des cultures. Il offre la possibilité de diversifier le régime alimentaire et de faire des bénéfices, à condition que les marchés soient accessibles et qu'il y ait de la main d'oeuvre.

Nouvelles approches

Le stockage de l'eau permet une diversification des activités économiques. Il est déjà possible d'observer une évolution des périmètres collectifs irrigués par gravité, peu efficaces et exigeant une bonne gestion, essentiellement utilisés pour la production des cultures de base, vers des installations d'irrigation économes en eau (sous pression), gérées individuellement, où l'eau est livrée à la demande et qui sont de plus en plus consacrées aux cultures à valeur élevée (essentiellement des légumes). Toutefois, cela ne se produira pas nécessairement spontanément et exige un renforcement des capacités et l'adoption de technologies et de techniques de GEA permettant d'utiliser au mieux

² Inspiré de Venot 2011; FAO 2012c; AgWater Solutions Project 2011a, 2012b

les eaux stockées. Il faut également mettre en place une gestion rigoureuse pour que les deux systèmes puissent coexister et que les ressources disponibles puissent être exploitées de la manière la plus profitable. Il est indispensable de repenser la conception, la gestion et la coordination autour des petits barrages pour qu'ils constituent une solution rentable (tableau 4).

Encadré 2. Qu'est-ce qu'un petit réservoir?

Un petit réservoir est une structure qui permet le stockage de l'eau (en général en surface mais parfois enterrée) pour un volume inférieur à un million de mètres cubes, destiné entre autres à la production agricole (pour les cultures, l'élevage et la pisciculture).

L'implantation des petits réservoirs au Burkina Faso

Dans les années 50 et 60, de nombreux réservoirs ont été construits, essentiellement pour l'abreuvement des animaux d'élevage. Dans les années 80, ils ont surtout été mis en place pour développer l'irrigation. Dans les années 2000, les rendements n'ont pas répondu aux attentes et les infrastructures se sont dégradées. La construction de réservoirs s'est considérablement ralentie.

La nécessité de réhabiliter les petits réservoirs s'est fait vivement sentir et il y a eu dans les investissements une transition du matériel vers le logiciel. Il a été unanimement admis que les problèmes d'exploitation et d'entretien pouvaient être résolus par l'intermédiaire d'Associations d'usagers de l'eau (AUE). Celles-ci ont été mises en place mais les efforts de renforcement des capacités qui auraient permis de les rendre opérationnelles sont restés insuffisants.

Source: FAO 2012c

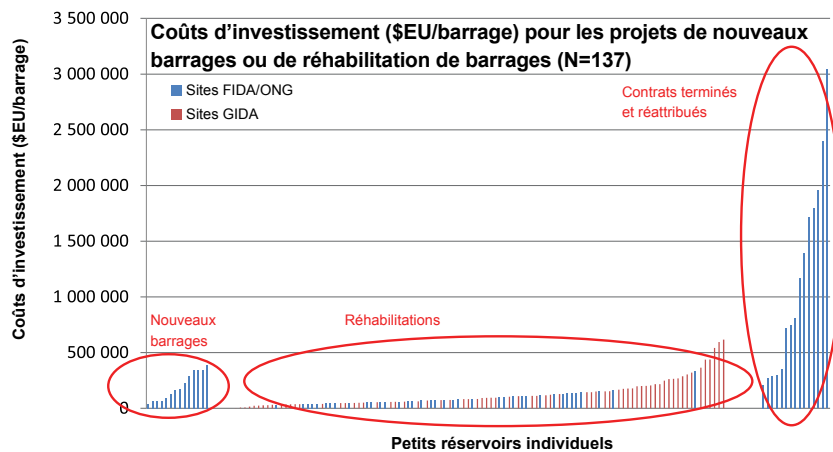
TABLEAU 4. Suggestions pour améliorer la valeur économique des petits réservoirs

Situations courantes	L'alternative
L'irrigation en aval d'un petit réservoir, essentiellement pour la riziculture, n'est ni la meilleure, ni la seule option agricole.	Dans la mesure où les liaisons avec les marchés le permettent, un bien meilleur choix serait de cultiver des cultures à valeur élevée comme les légumes.
L'irrigation traditionnelle par gravité est limitée par la topographie.	Les systèmes d'irrigation individuels ou sous pression sont moins limités par la topographie et permettent d'irriguer les terres autour d'un réservoir plutôt que seulement en aval.
En général, l'irrigation par gravité est considérée comme l'option la moins chère mais peut s'avérer coûteuse sur terrain plat. Les coûts récurrents de l'irrigation par gravité ont été sous-estimés et l'insuffisance des fonds alloués à l'entretien de routine s'est souvent traduite par de considérables coûts d'entretien reportés.	Le coût des technologies d'élévation de l'eau et des systèmes sous pression était élevé mais a diminué.
A l'heure actuelle, la plupart des projets de petits réservoirs comportent un élément institutionnel axé sur la création d'AUE. Ce ne sont pas des «outils» appropriés car ils ne tiennent pas compte des multiples échelles et arrangements qui caractérisent la gestion des ressources naturelles.	La gouvernance de l'eau doit être adaptée aux utilisations multiples et aux nouveaux systèmes d'irrigation. Cela peut se faire grâce à divers mécanismes et plans institutionnels.

Source: FAO 2012c

Le stockage des eaux de surface est une façon coûteuse d'investir dans la GEA, mais c'est parfois le seul moyen de permettre aux communautés rurales d'accéder à l'eau. Ces coûts élevés sont souvent dus à une mauvaise gestion des projets (figure 2). Il est possible d'éviter l'escalade des coûts d'investissement dans les petits réservoirs en améliorant la façon de procéder. Des études de faisabilité précises, une meilleure préparation et une responsabilisation plus stricte des décideurs sont des mesures qui pourraient contribuer à la maîtrise des coûts et à l'amélioration des résultats.

FIGURE 2. Coûts d'investissement pour la construction et la réhabilitation des petits barrages



Source: Venot 2011

Pour évaluer efficacement les petits réservoirs et les comparer aux autres interventions de GEA, il faudrait effectuer une analyse coûts-avantages par habitant et pour la durée de vie totale du projet. S'ils sont bien gérés, leurs coûts sont comparables aux investissements dans d'autres types d'interventions. Leurs avantages sont même plus importants si les usages multiples, les systèmes agricoles existants, la réalimentation des nappes et le pompage direct sont pris en considération. Il est aussi indispensable d'investir dans la vulgarisation et le contrôle de l'irrigation.

La recherche

Des recherches ont été menées sur plusieurs petits réservoirs du Burkina Faso. La méthode choisie pour analyser la performance des réservoirs est l'évaluation qualitative fondée sur des classements. Ces classements portaient sur quatre principaux indicateurs: l'état et le fonctionnement des infrastructures des barrages; l'efficacité de la gestion des réservoirs; les avantages que présentent les réservoirs pour les utilisateurs; et l'équité des dispositifs institutionnels pour ce qui est de l'utilisation et de la gestion des réservoirs.

Les résultats de ces recherches ont permis de mettre au point une approche globale afin d'améliorer les retombées positives pour les communautés vivant près des petits réservoirs (tableau 5).

TABLEAU 5. Pistes de solutions pour renforcer la résilience des petits exploitants agricoles grâce au stockage de l'eau

1. Mettre en place une bonne planification stratégique	2. Améliorer la qualité de la conception et de la construction	3. Utiliser au mieux les infrastructures de stockage	4. Adopter de nouvelles méthodes de gestion
1a. Informer les décideurs de toute la gamme des options possibles.	2a. Faire la conception avec les bénéficiaires et intégrer les usages multiples.	3a. Encourager et faciliter les usages multiples.	4a. Répertorier les institutions appropriées et renforcer les organisations de gestion de l'eau.
1b. Veiller à l'intégration de méthodes appropriées de planification et d'exécution dans les processus de décision des pouvoirs publics et des partenaires (assistance officielle au développement, ONG, ...).	2b. Améliorer le savoir-faire des concepteurs en matière d'options et de conception.	3b. Intégrer et soutenir les utilisateurs situés en amont des petits réservoirs.	4b. Reconnaître les conflits suscités par l'utilisation de l'eau et y faire face.
1c. Favoriser une distribution du stockage sur le territoire: rapprocher le stockage de l'utilisateur.	2c. Intégrer de la souplesse dès la conception.	3c. Renforcer les connaissances des agriculteurs en matière de technologie et de systèmes et pratiques de production.	4c. Mieux évaluer l'impact sur l'environnement à de multiples échelles et l'atténuer au maximum.
1d. Planifier le stockage à partir d'une connaissance suffisante de la demande en eau et de la disponibilité de l'eau.	2d. S'écarter du modèle de l'irrigation par gravité en aval.		
1e. Utiliser l'évaluation par les parties prenantes dans l'analyse coûts-avantages.	2e. Améliorer les connaissances sur les caractéristiques hydrologiques et sur les autres paramètres de la conception des petits réservoirs.		
1f. Budgétiser la conception participative.	2f. Renforcer le processus de construction: garantir la qualité des approvisionnements et de la supervision.		

Source: FAO 2012c.

Les recherches ont également souligné l'importance de la planification stratégique:

- Il faut une planification plus stratégique et mieux renseignée pour garantir le meilleur rendement des investissements dans le stockage de l'eau pour l'agriculture.
- Dans les projets d'investissement dans l'irrigation en Afrique subsaharienne, les petits périmètres présentent à l'heure actuelle des performances largement supérieures à celles des systèmes à grande échelle. Il y a un effet de compensation réciproque entre les économies d'échelle réalisées grâce au stockage collectif de l'eau et les avantages liés à une simplification de l'exploitation et de l'entretien.

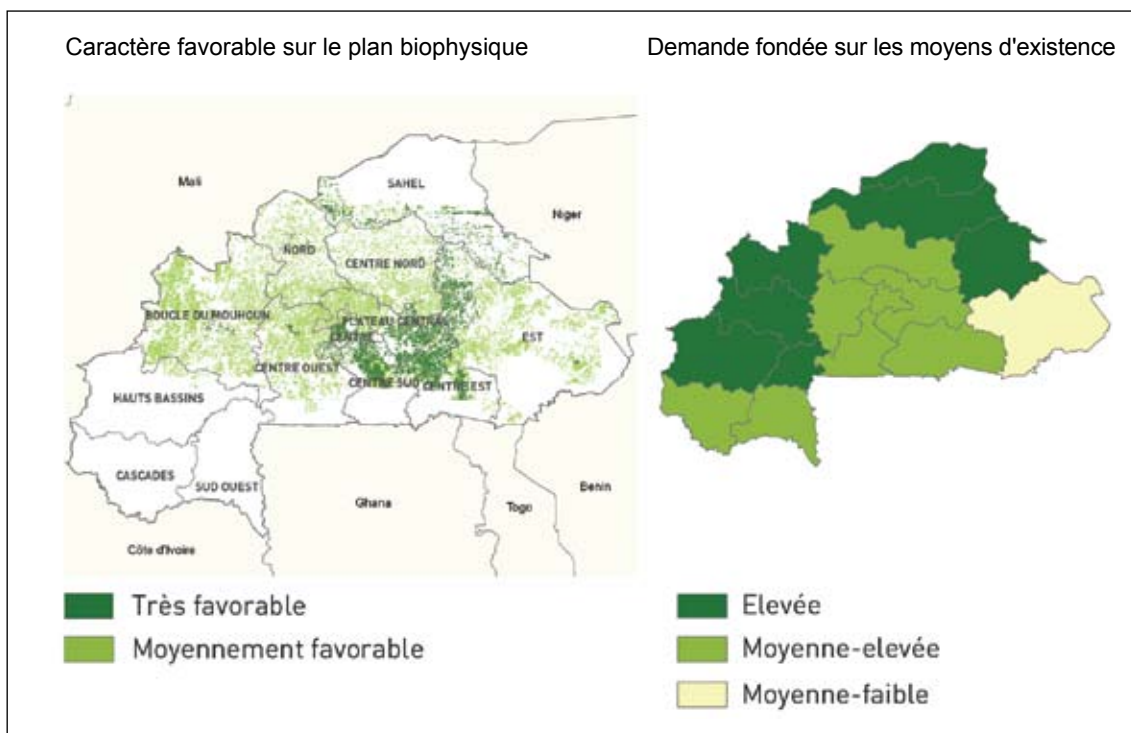
- Une fois le facteur restrictif de l'eau éliminé, d'autres facteurs peuvent se révéler. C'est seulement si des efforts suffisants sont consentis pour surmonter ces contraintes que le rendement des investissements sera positif.
- Les modèles de gestion pour le stockage ne correspondent souvent pas à la réalité sur le terrain, et, en particulier, ne tiennent pas compte de la variété des parties prenantes et des bénéficiaires.

Potentiel d'investissement

En se basant sur les critères biophysiques de l'indice d'aridité et de la densité animale associés avec les cartes de subsistance et les opinions des experts, le projet AgWater Solutions a estimé que sur la base d'un taux d'adoption de 50 pour cent, les petits réservoirs pourraient bénéficier à un nombre de ménages variant entre 100 000 et 321 000, soit 2 à 3 pour cent des ménages ruraux.

La superficie d'application possible varie entre 100 000 and 321 000 hectares, soit entre 1 et 5 pour cent du total des superficies agricoles du Burkina Faso. La figure 3 indique où les petits réservoirs pourraient avoir les résultats les plus positifs sur la subsistance des agriculteurs du Burkina Faso.

FIGURE 3. Zones favorables au développement de petits réservoirs établies sur la base des caractéristiques physiques et de la demande fondée sur les moyens d'existence



Source: FAO 2012a

Recommandations des parties prenantes

Les participants ont insisté sur l'importance des petits barrages pour le Burkina Faso, mais ont également énuméré un certain nombre de problèmes et de préoccupations au sujet des conditions nécessaires pour leur succès. Le décalage entre l'idée qu'ils ne soient utilisés que pour l'irrigation ou l'élevage et la réalité des usages multiples a été souligné, tout comme certaines questions de gestion déterminantes au niveau local et national et à celui des bassins versants. Il est indispensable de repenser la conception, la gestion et la coordination autour des petits barrages pour qu'ils constituent une solution rentable.

Source: FAO 2012b

Culture des légumes de saison sèche³

L'utilisation du réservoir de Korsimoro pour la production de légumes de saison sèche en amont du barrage a eu des effets à la fois positifs et négatifs. L'officialisation des dispositifs de gestion de l'eau pourrait permettre de réguler l'utilisation de l'eau entre les utilisateurs, contenir le flux de nouveaux arrivants dans la culture des légumes et protéger l'environnement.

Les débouchés possibles

Au Burkina Faso, les réservoirs sont intensivement utilisés et génèrent une richesse économique considérable. Au réservoir de Korsimoro, il y a maintenant plus de 1 000 producteurs «non officiels» de légumes en amont, qui utilisent des petites pompes pour prélever l'eau directement du réservoir. La culture irriguée des légumes est trois fois plus profitable par unité de surface que la riziculture irriguée en aval. Les superficies irriguées non officielles sur les berges des réservoirs sont sept fois plus étendues que les périmètres d'irrigation contrôlés en aval. La demande de terres cultivables est élevée et les superficies augmentent. La mise en place de dispositifs de gestion officiels favorisera cette expansion imprévue tout en gérant les avantages et inconvénients qui vont de pair.

La recherche

Les chercheurs ont étudié la situation du réservoir de Korsimoro pour illustrer les répercussions positives et négatives de l'irrigation individuelle non planifiée autour des plans d'eau communautaires. Les données ont été obtenues en proposant des questionnaires structurés à une centaine de riziculteurs, de producteurs de légumes, de pêcheurs et d'éleveurs. Des entretiens semi-structurés ont été menés avec des agents d'organisations d'agriculteurs, de collectivités locales et d'autres institutions.

Les résultats de l'enquête ont été partagés à l'occasion d'une réunion avec les villageois et le Service de l'irrigation, afin de les vérifier et de les finaliser. Ils ont également été débattus à des ateliers d'experts consacrés aux petits barrages et lors d'une consultation nationale.

³ Inspiré du projet AgWater Solutions 2012b

Principaux résultats

Aspects organisationnels et économiques

Les quelque mille cultivateurs de légumes exploitent 230 ha, essentiellement en amont, durant la saison sèche et vendent leur production aux marchés locaux et régionaux. Ils peuvent dégager de bonnes marges de profit mais les rendements peuvent être variables à cause de saturations du marché ou des ravageurs et maladies. A titre de comparaison, le riz paddy offre des revenus de 1 130 à 3 340 dollars EU/ha alors que les oignons cultivés sur des terres louées rapportent de 5 000 à 15 000 dollars EU/ha.

La plupart des cultivateurs de légumes vivent dans la zone et possèdent aussi des rizières en aval, mais l'expansion de la riziculture est limitée par la pénurie de terres appropriées. D'autres personnes viennent à Korsimoro pour la saison sèche pour gagner des revenus supplémentaires.

Les éleveurs de bétail et les pêcheurs ont des intérêts communs (accès à des eaux de bonne qualité) mais ils ne sont pas suffisamment organisés pour résoudre les difficultés rencontrées. Ils ont formé des groupes mais ceux-ci restent inactifs.

Impacts et nouveaux enjeux

- **Les cultivateurs de légumes** subissent les conséquences de l'augmentation du pompage. Vers la fin de la saison sèche, les petites pompes ne peuvent plus prélever d'eau du réservoir.
- **Les riziculteurs** s'inquiètent de l'augmentation du pompage. Ils considèrent qu'il est injuste que les cultivateurs de légumes ne paient pas de droits sur l'eau, ne participent pas à l'entretien du système d'irrigation en aval et ne demandent pas la permission de prélever l'eau.
- **Les pêcheurs** sont préoccupés par les produits agrochimiques et les polluants provenant des champs de légumes qui s'accumulent dans le réservoir. Les observations sur le terrain confirment l'utilisation malavisée de grandes quantités d'engrais et de pesticides, ainsi que les mauvaises pratiques agronomiques. Les fuites d'huile et d'essence des pompes motorisées augmentent encore la charge polluante.
- **Les pasteurs** affirment que la culture des légumes bloque les passages utilisés par leur bétail pour accéder à l'eau.
- **Des signes de surexploitation et de conflits** se manifestent.

Où investir

Il faut mettre en place une forme de dispositif de gestion des usagers de l'eau pour réguler l'utilisation de l'eau entre les divers groupes d'utilisateurs, contrôler le nombre de cultivateurs de légumes et protéger l'environnement.

L'un des organismes susceptibles d'entreprendre cette tâche est le Comité local de l'eau (CLE). Les CLE, institués par le gouvernement en 2003, sont censés servir de plates-formes destinées à la consultation, à la mobilisation et à la valorisation de la gestion de l'eau plutôt que d'organes décideurs disposant de pouvoirs de contrainte. Le CLE de Korsimoro a été créé en 2006 et comprend des représentants de l'union des cultivateurs de légumes, de la coopérative rizicole, des éleveurs, des pêcheurs, des chefs locaux, des membres du conseil du district, des chefs traditionnels et d'autres titulaires de charges concernés.

Le CLE est particulièrement bien placé pour s'occuper des problèmes d'eau autour des réservoirs. Le rassemblement des divers groupes d'utilisateurs de l'eau pour discuter et échanger des points de vue concernant les questions de distribution et de gestion de l'eau s'inscrit dans le cadre de ses objectifs. Il faut au CLE un mandat clair, une direction solide et des ressources pour qu'il puisse devenir un agent actif de la résolution des problèmes de gestion de l'eau. Les bailleurs de fonds internationaux pourraient catalyser les efforts de revigoration des CLE.

Qui serait bénéficiaire et où

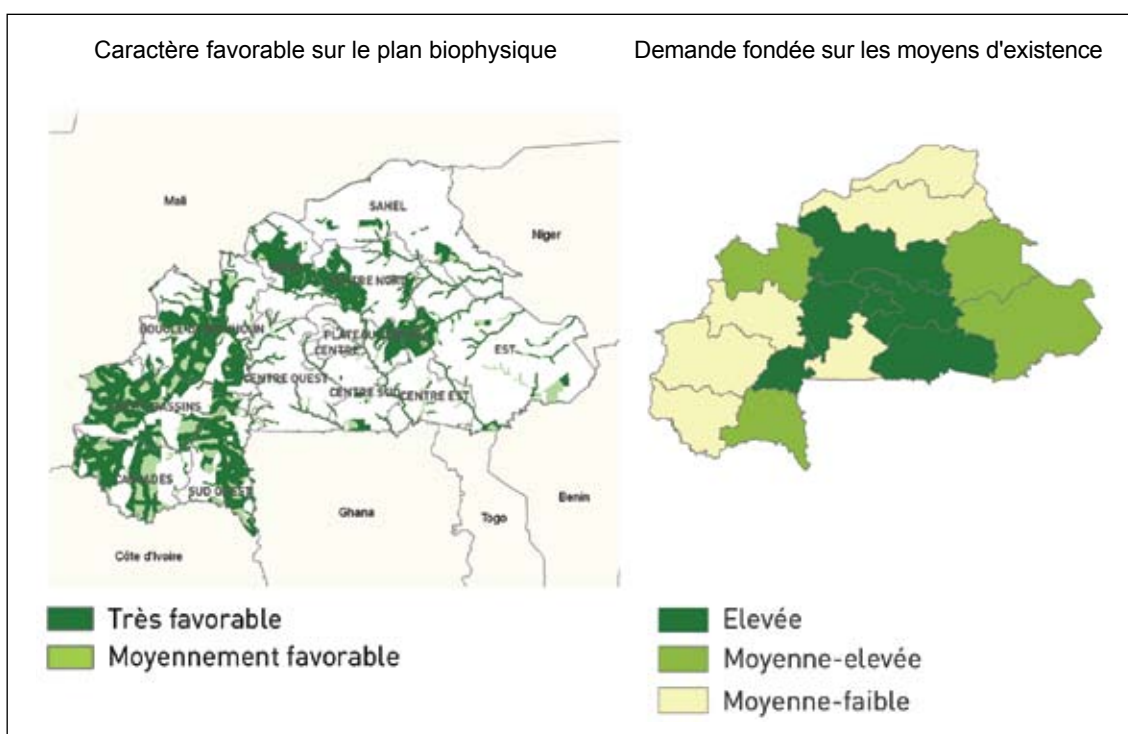
Korsimoro est maintenant connu pour être une plaque tournante de la culture de l'oignon dans la région. Au moment de la récolte, des négociants viennent même du Ghana voisin pour leurs achats en gros. Les cultivateurs de légumes en amont du réservoir, qui ont mis en place un dispositif local efficace de gestion de l'eau, pourraient être considérés comme des pionniers d'une approche innovante et profitable de l'utilisation des petits réservoirs. Il faudrait développer des marchés et des installations de stockage pour garantir une utilisation optimale de l'eau et étaler la production sur l'ensemble de l'année.

Le Burkina Faso compte plus de 1 300 petits réservoirs. Le gouvernement et les bailleurs de fonds ont favorisé leur construction pour améliorer la production irriguée, et en particulier celle du riz, en aval des réservoirs. Toutefois, les tendances observées au réservoir de Korsimoro sont représentatives de la situation autour des autres réservoirs du Burkina Faso, et indiquent que l'élargissement de la planification et de la gestion des petits réservoirs du pays, de façon à inclure le groupe plus vaste des utilisateurs et les usages multiples, pourrait permettre d'améliorer encore les bénéfices.

Au Burkina Faso, selon les estimations du projet AGWater Solutions, le soutien à l'utilisation de pompes motorisées pour tirer parti de l'eau des petits réservoirs, d'autres structures de stockage des eaux de surface et des nappes souterraines pourrait permettre à quelque 276 000-332 000 ménages d'agriculteurs de mettre ces eaux à profit, ce qui représente 2 à 3 pour cent des ménages ruraux. Ils pourraient irriguer de 221 000 à 266 000 ha, soit 3 à 4 pour cent de l'ensemble des terres irrigables du Burkina Faso.

Les pompes motorisées conviennent particulièrement bien à l'irrigation des terres situées à moins d'un kilomètre (km) d'un plan d'eau de surface ou très près d'eaux souterraines peu profondes (déterminées à partir de la présence de sols alluviaux), ou encore là où le ruissellement de surface annuel dépasse 250 mm. Les terres doivent être proches d'un marché (moins de 8 heures de trajet) pour tirer profit des cultures de saison sèche à valeur élevée. Les zones les plus favorables à l'utilisation des petites pompes sont indiquées à la figure 4.

FIGURE 4. Zones favorables à l'utilisation des petites pompes en fonction des caractéristiques physiques et de la demande fondée sur les moyens d'existence



Source: FAO 2012a

Recommandations des parties prenantes

Les pompes motorisées peuvent être utiles dans tout le pays. Elles se multiplient autour des petits barrages grâce à des investissements privés. Toutefois, les pompes disponibles sur le marché ne sont pas de très bonne qualité et la gamme de modèles proposée n'est pas assez complète pour répondre à la variété des besoins.

Les marchés sont le moteur du développement de la petite irrigation autour des petits réservoirs. Les agriculteurs sont toutefois souvent obligés de vendre leur production en même temps, ce qui fait baisser les prix. S'ils disposaient d'installations de stockage adéquates pour les cultures à valeur élevée telles que les oignons, ils pourraient garder une partie de leur production pour la vendre quand les prix sont plus élevés.

Source: FAO 2012b

Amélioration des bas-fonds⁴

De vastes superficies ne sont actuellement pas cultivées dans les vallées intérieures. La mise en pratique de la riziculture ou l'apport d'eau pour prolonger la période de végétation pourraient permettre aux petits exploitants agricoles de faire des profits supplémentaires bien nécessaires.

Les vallées intérieures sont des zones basses dont font partie les fonds de vallées et les plaines inondables et qui recueillent les eaux de ruissellement des collines et montagnes. Grâce

⁴ Inspiré du projet AgWater Solutions 2011b, 2011c; Moussa Laurent Compaore, Facilitateur national du dialogue, Burkina Faso, 2012, comm. pers.

à l'utilisation de structures de captage et de distribution de l'eau, les systèmes de bas-fonds permettent l'irrigation d'appoint et améliorent la rétention d'humidité dans les sols (encadré 3). Ils réduisent également les phénomènes d'inondation et l'érosion des sols. Au Burkina Faso, il a été estimé que les superficies qui pourraient être utilisées pour la riziculture dans les vallées intérieures représentent un million d'hectares (Mha) (FAO 2012a).

Entre 1998 et 2004, une série de trois études des bas-fonds a été effectuée au Burkina Faso par le Programme spécial pour la sécurité alimentaire (PSSA), financé par le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUE); le Programme national de gestion des terroirs (PNGT), financé par le Ministère de l'économie et des finances (MEF) par l'intermédiaire du Projet de gestion intégrée des écosystèmes de bas-fonds au Sahel (SILEM); et le Plan d'actions pour la filière riz (PAFR), financé par l'Union européenne (UE). Ces études ont calculé que les bas-fonds couvrent 1 900 000 ha sur l'ensemble du territoire national.

Encadré 3. Les rendements potentiels de riz paddy

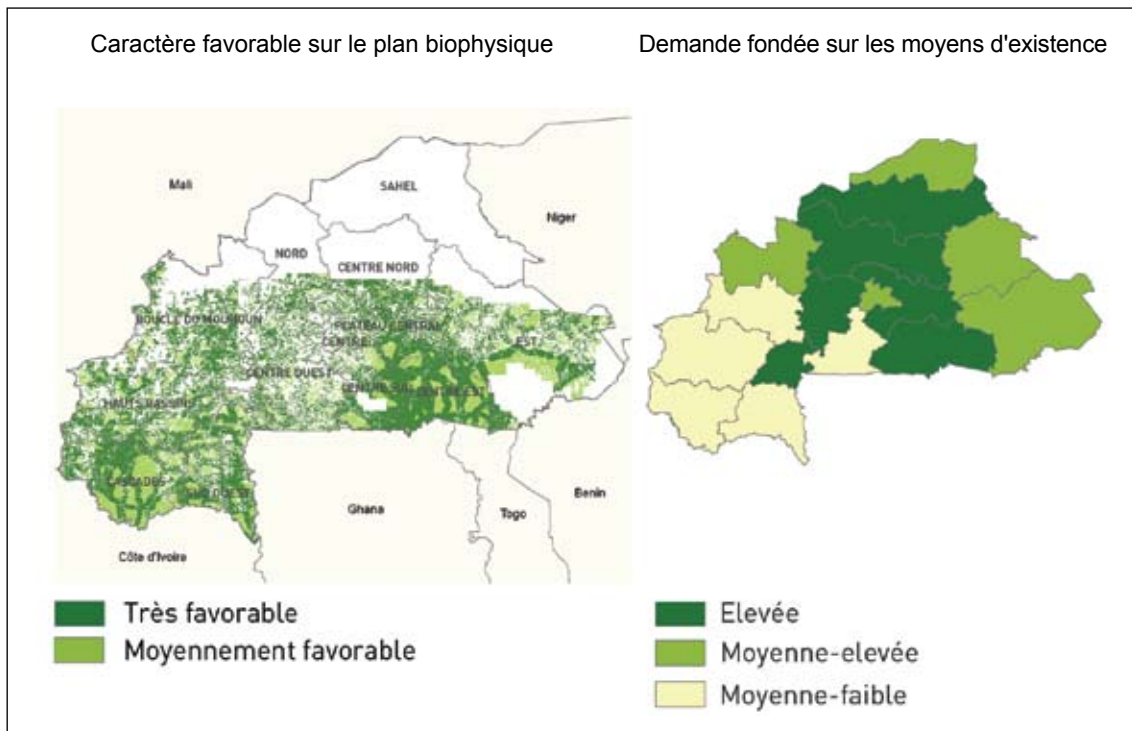
Les rendements de riz paddy varient en fonction de la maîtrise de l'eau mais représentent approximativement 4 à 5 tonnes/ha (t/ha) en maîtrise totale de l'eau (ou un potentiel de 6 t/ha avec la possibilité de deux récoltes par an). Les rendements des vallées intérieures purement pluviales sont de 0,7 à 1 t/ha, mais peuvent atteindre 2 à 2,5 t/ha ou davantage avec un dispositif de maîtrise de l'eau, selon le système.

Source: Moussa Laurent Compaore, Facilitateur national du dialogue, Burkina Faso, 2012, comm. pers.

La plupart des bas-fonds ont été cartographiés (figure 5) et caractérisés en fonction de critères biophysiques et socio-économiques. Cela a permis une classification dictée à partir des catégories «peu aménageables» et «non aménageables». Les zones adaptées au développement des bas-fonds sont celles où la durée de la période de végétation (nombre de jours pendant lesquels $T > 5^{\circ}\text{C}$ et $\text{ETa} \geq 0,5 \text{ETo}^5$) dépasse 120 jours. Les zones les plus proches des marchés sont les plus favorables. La demande fondée sur les moyens d'existence pour la culture des vallées intérieures a également été prise en considération. Environ 541 000 à 639 000 ha pourraient être développés, ce qui bénéficierait à 361 000-426 000 ménages (si 50 pour cent de tous les agriculteurs susceptibles d'adopter l'option de GEA le faisaient). Cela représente 3 à 4 pour cent de la population rurale et 8 à 9 pour cent de l'ensemble des terres agricoles du Burkina Faso.

⁵ Où T est la température, l'Eta étant l'évapotranspiration réelle et l'ETo l'évapotranspiration de référence

FIGURE 5. Opportunités de développement des bas-fonds



Source: FAO 2012a.

Quelques enjeux

Les bas-fonds ont fait l'objet de discussions intensives, au niveau régional et national, avec un groupe de diverses parties prenantes, dont les meilleurs experts. Les obstacles suivants à un développement plus poussé des vallées intérieures ont été mis en évidence:

- L'absence de périmètres aménagés.
- La persistance des problèmes de régimes fonciers, qui rendent difficiles l'accès aux terres et aux ressources en eau.
- Les animaux errants qui dégradent les zones cultivées non protégées (en particulier les cultures de légumes).
- Le ciblage malencontreux ou la mauvaise sélection des bénéficiaires des projets.
- Les comportements de résistance au changement.
- La participation limitée des femmes et leur manque d'accès à l'information.
- La concurrence pour l'eau entre les agriculteurs, les éleveurs et d'autres intervenants.
- L'isolation de certains sites.
- L'organisation inadéquate des utilisateurs potentiels.
- La coopération limitée des responsables dans la formation sur la gestion.
- Le déclin du niveau de la nappe phréatique.
- Les erreurs dans la planification ou la mise en œuvre de certains périmètres.

- Le manque de personnel.
- La maîtrise insuffisante des débouchés commerciaux pour les filières de production.

La recherche

La recherche n'a pas été effectuée au Burkina Faso mais les résultats se fondent sur une étude menée au Ghana, l'analyse d'études réalisées auparavant au Burkina Faso et les recommandations des parties prenantes. Le point focal national du projet AgWater Solutions, qui est un défenseur du développement des bas-fonds au bénéfice des petits exploitants agricoles, a rassemblé un panel d'experts pour étudier les options en juin 2011.

Où investir

- Améliorer la gestion de l'eau. Parmi les options recommandées figurent l'irrigation en maîtrise totale qui permet les cultures de saison sèche ou l'irrigation d'appoint pendant la saison des pluies. Le Burkina Faso a essayé différents types de systèmes de gestion qui vont de la maîtrise totale à la construction de banquettes selon les sites, les cultures et les agriculteurs. Des directives sur la gestion de l'eau dans les bas-fonds pour divers systèmes de culture sont actuellement en cours de révision.
- Garantir la sécurité des régimes fonciers grâce à des conventions de location.
- Améliorer les recommandations agronomiques (taux d'application des engrais, variété et choix des cultures, etc.) en se fondant sur des essais localisés sur exploitations et en appliquant des critères techniques et économiques.
- Mettre en place des dispositifs financiers abordables et à long terme pour l'acquisition d'intrants et des investissements qui tiennent compte de la viabilité économique de la riziculture dans les vallées intérieures.
- Améliorer les systèmes de manutention et de stockage après récolte (ex.: batteuses mécaniques, installations de stockage).
- Améliorer la capacité de gestion des terres des agriculteurs en leur présentant des équipements abordables tels que des motoculteurs.
- Renforcer les capacités des chercheurs, du personnel de vulgarisation et des agriculteurs en matière de pratiques agronomiques adaptées à l'exploitation de diverses cultures dans les bas-fonds.
- Evaluer les conséquences écologiques de l'expansion de l'exploitation des bas-fonds.

EVALUATION DES RÉPERCUSSIONS SOCIALES ET ÉCOLOGIQUES DES INTERVENTIONS DE GEA: ENSEIGNEMENTS DU BASSIN VERSANT DU NARIARLÉ⁶

Une solution de GEA qui bénéficie à un agriculteur peut avoir des répercussions négatives sur quelqu'un d'autre ou sur l'environnement, par exemple en détournant l'eau d'étangs utilisés pour la pisciculture ou les animaux d'élevage ou en abaissant le niveau de la nappe phréatique. Pour

⁶ Inspiré de SEI 2012

qu'une solution de GEA soit durable, il faut en anticiper et minimiser autant que possible les effets négatifs. Les solutions de GEA peuvent aussi produire des avantages inattendus.

Les répercussions possibles et probables des interventions ont été examinées dans le bassin versant du Nariarlé. Ces études ont montré que l'expansion de la plupart des options de GEA auront des répercussions négatives, mais que dans l'ensemble, leurs effets sur la réduction de la pauvreté et l'équité hommes/femmes seront positifs.

Le bassin versant

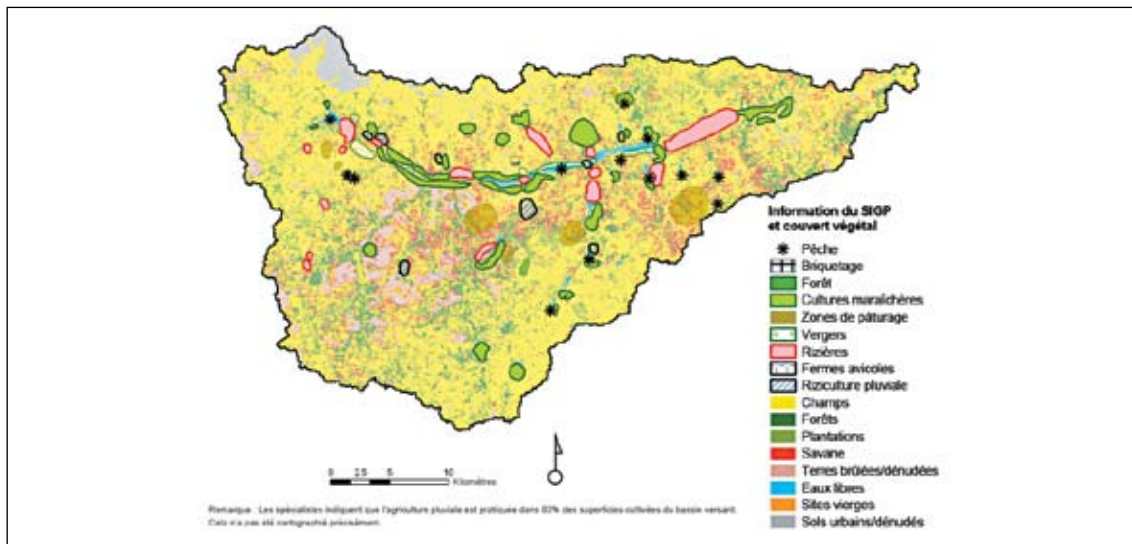
Environnement physique

Le bassin versant du Nariarlé s'étend approximativement sur 1 000 kilomètres carrés (km²) dans le centre du Burkina Faso, au sud de Ouagadougou. La partie nord du bassin est celle où les densités de population sont les plus élevées. Les accès aux marchés, aux infrastructures et aux transports sont bons.

Les précipitations moyennes annuelles sont de 739 mm/an, mais connaissent des variations élevées selon les années et les époques de l'année. L'évapotranspiration absorbe 88 pour cent de ces précipitations, 9 pour cent passent dans l'écoulement fluvial et 3 pour cent réalimentent les eaux souterraines. Le bassin versant se caractérise par la prolifération de petits réservoirs de moins de 0,1 hectare.

Environ 72 pour cent du bassin versant sont occupés par des terres agricoles non irriguées; moins de 0,5 pour cent des terres sont irriguées (figure 6). Dans le reste des superficies se trouvent de la savane dégradée, des forêts et des plantations (figure 7).

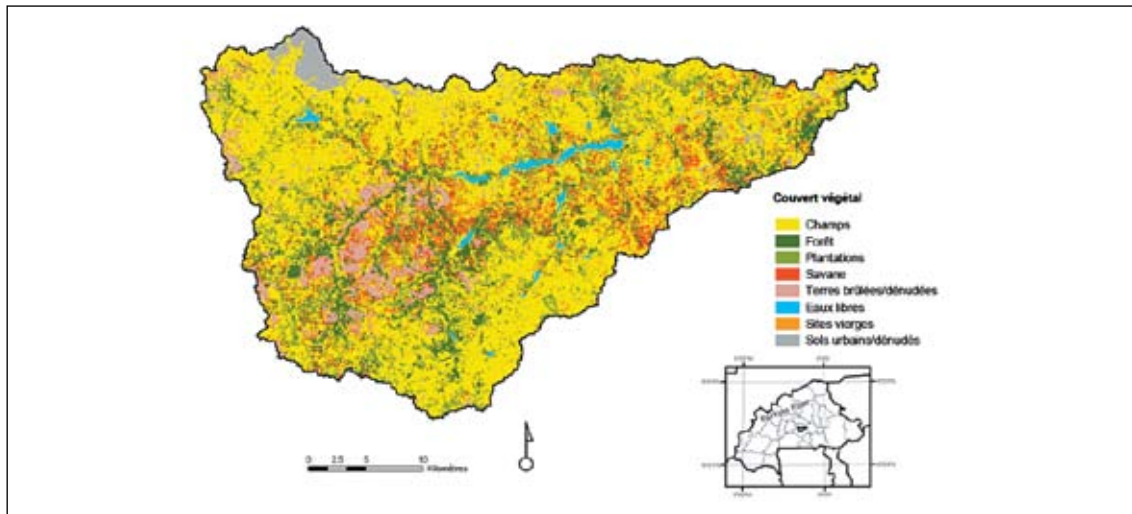
FIGURE 6. Principales activités de subsistance dans le Nariarlé



Source: SEI 2012.

Remarque: SIGP = Systèmes d'information géographique participatifs

FIGURE 7. Utilisation des terres dans le Nariarlé



Source: SEI 2012.

L'évaluation

Plusieurs scénarios d'interventions de GEA ont été passés en revue avec les parties prenantes et évalués au regard de leurs répercussions sociales et écologiques. Une modélisation hydrologique a également été utilisée pour déterminer les ressources en eau possibles et l'impact sur le rendement. Quatre types d'interventions de GEA ont été comparés en fonction du bilan hydrique actuel et du rendement des cultures. Ce sont:

- **L'agriculture pluviale améliorée** grâce à l'amélioration des sols et la gestion des nutriments dans les cultures pluviales en exploitation.
- **L'expansion des zones irriguées par l'utilisation de pompes et canaux supplémentaires** pourrait augmenter la superficie irriguée à partir des canaux, chenaux de drainage et réservoirs existants.
- **L'intensification de l'irrigation grâce à l'amélioration des terres arables existantes** (considérée comme l'addition d'une culture de légumes pleinement irriguée après la saison des pluies sur des terres irriguées existantes et sur 0,4 pour cent du bassin versant), pour permettre deux récoltes par an.
- **L'augmentation de 50, 100 et 200% du stockage dans les réservoirs** afin de répondre aux usages multiples et élargir les bénéfices. Le volume actuel de stockage est d'approximativement 0,15 kilomètres cubes (km³)/an par rapport à une ressource pluviale totale de 0,74 km³/an.

Les résultats

Modélisation hydrologique

L'agriculture pluviale améliorée pourrait faire passer les rendements de maïs de 2 t/ha à 4,7 t/ha et ceux du millet de 2,3 t/ha à 2,8 t/ha. Elle pourrait également diminuer les variations annuelles des

rendements (de 10 à 7 pour cent pour le maïs et de 9 à 3 pour cent pour le millet). Cette intervention pourrait potentiellement bénéficier aux agriculteurs qui ont recours à l'agriculture pluviale.

L'expansion des zones irriguées par l'utilisation de pompes et canaux supplémentaires dans 20 pour cent des terres exploitées en agriculture pluviale pourrait tripler les rendements du millet en leur faisant atteindre 2,8 t/ha; doubler les rendements du maïs en leur faisant atteindre 5,5 t/ha; sans avoir d'incidence sur les écoulements d'eaux de surface et souterraines.

L'intensification de l'irrigation grâce à l'amélioration des terres arables existantes pourrait entraîner:

- la multiplication par quatre du volume d'eau utilisé annuellement pour l'irrigation, qui pourrait être prélevé dans les petits réservoirs et les cours d'eau superficiels;
- une diminution de 10 pour cent des écoulements de surface;
- une diminution de 15 pour cent des écoulements globaux du bassin versant; et
- une augmentation annuelle de 30 pour cent de la production totale des légumes irrigués.

L'augmentation de 50, 100 et 200 pour cent du stockage dans les réservoirs pourrait:

- réduire l'écoulement du bassin versant de respectivement 19, 21 et 26 pour cent;
- satisfaire d'autres possibilités d'usages multiples telles que l'alimentation en eau pour les usages domestiques, l'eau nécessaire à l'élevage et des habitats pour le poisson; et
- n'avoir que des effets négligeables sur l'écoulement fluvial si l'eau est utilisée pour l'irrigation, puisqu'il s'agirait de remplacer une évaporation improductive d'eaux de surface par une évapotranspiration productive des cultures.

Les interventions de GEA offrent de nombreuses possibilités d'amélioration de la production agricole dans le bassin versant du Nariarlé. Les diverses options de GEA peuvent toutefois avoir des résultats et répercussions différents sur le plan social et écologique, qui doivent être étudiés avec attention avant les interventions (tableau 6). Le tableau 6 présente un résumé des résultats et répercussions possibles des différentes options de GEA, définis grâce à des consultations menées avec des experts du bassin versant du Nariarlé.

TABLEAU 6. Une évaluation sociale et écologique

Résultats et répercussions des scénarios de GEA		Impacts sociaux			Impacts écologiques		
Technologie	Résultats	Équité	Équité hommes-femmes	Réduction de la pauvreté	Qualité de l'eau	Quantités d'eau	Ressources naturelles
Amélioration des canaux d'irrigation	<ul style="list-style-type: none"> • Accès à l'eau pour davantage d'agriculteurs • Augmentation de la taille des champs et de la production • Réduction des conflits sur l'eau • Forte pression sur les terres disponibles qui réduit les superficies de pâturage 	-	+	+	-	-	+

TABLEAU 6. Une évaluation sociale et écologique (suite)

Résultats et répercussions des scénarios de GEA		Impacts sociaux			Impacts écologiques		
Technologie	Résultats	Equité	Equité hommes-femmes	Réduction de la pauvreté	Qualité de l'eau	Quantités d'eau	Ressources naturelles
Pompes diesel	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation des revenus des agriculteurs Amélioration de la sécurité alimentaire (quantité et qualité) Conflit entre les utilisateurs d'amont et d'aval 	+	+	+	-	-	-
Irrigation goutte-à-goutte	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation efficace de l'eau Forte réduction de la durée d'irrigation Augmentation des revenus des agriculteurs 	-	+	-	+	+	-
Expansion des puits pour les jardins potagers (petits étangs)	<ul style="list-style-type: none"> Accès à l'eau pour davantage d'agriculteurs Réduction de la dégradation des cours d'eau Augmentation des revenus des agriculteurs (légumes et fruits) Risque élevé de conflits entre les multiples utilisateurs de l'eau 	+	+	+	+		-

Source: SEI 2012

Remarques: + (répercussions positives); - (répercussions négatives); SO (aucune répercussion particulière); Incertain (pas de répercussions ou des répercussions qui pourraient être positives ou négatives).

L'engagement des parties prenantes, formelles et informelles

Un ensemble varié de dispositifs institutionnels, essentiellement informels, a vu le jour autour des nombreux petits réservoirs du bassin versant. En général, chaque réservoir dispose d'un comité d'entretien ainsi que de groupes s'occupant des cultures, de la pêche, de l'élevage et de l'irrigation. Parfois les organisations à caractère officiel complètent ou recourent les dispositifs non officiels.

Les divers groupes et comités ont tendance à avoir des interactions localisées. Il semble qu'aucune organisation ne coordonne à elle seule les diverses activités liées aux terres et aux eaux dans l'ensemble du bassin versant.

Le système formel de gestion de l'eau a une influence limitée sur les décisions prises quotidiennement dans le bassin versant. Les autorités gouvernementales cherchent à mettre en place des groupes d'utilisateurs de l'eau. Les ONG ont obtenu des résultats relativement positifs dans leurs efforts pour rassembler les groupes d'utilisateurs de tout le bassin versant.

Il existe déjà un réseau varié de relations de collaboration autour de la gestion des terres et des eaux et celles-ci devraient être renforcées et appuyées.

CONCLUSIONS⁷

Il existe un vaste éventail d'options de GEA que les petits exploitants agricoles sont en train de s'approprier et qui sont soutenues par les autorités gouvernementales. Cela va du stockage de l'eau aux technologies permettant l'accès à l'eau. Le projet AgWater Solutions a étudié trois options de GEA: les petits réservoirs, l'utilisation de pompes pour irriguer les légumes de saison sèche et l'aménagement des bas-fonds, principalement pour la culture du riz paddy. L'étude a conclu que:

- les petits réservoirs sont une option importante car ils offrent un accès à l'eau aux petits exploitants agricoles et leur permettent de répondre à divers besoins. Ils peuvent toutefois être coûteux et l'investissement total pour satisfaire 50 pour cent de la demande potentielle au Burkina Faso pourrait atteindre 1 136 millions de dollars EU. L'étude a toutefois aussi établi que les coûts pourraient être réduits par un contrôle rigoureux de la planification, de la mise en oeuvre et de la gestion et qu'ils devraient être comparés avec tous les avantages apportés par le réservoir tout au long de sa durée de vie. Si cette option est mise en oeuvre, il y a jusqu'à 321 000 ménages susceptibles d'en tirer profit.
- les pompes motorisées sont de plus en plus utilisées pour maximiser les bénéfices des petits réservoirs et faciliter l'irrigation en amont des cultures de légumes à valeur élevée. Ces dernières sont une source de revenus importants pour les agriculteurs mais un certain nombre d'obstacles doivent être surmontés pour mettre en train une telle entreprise; cette pratique pose également plusieurs problèmes, tels que les prélèvements excessifs, les conflits avec les éleveurs et la pollution. Leur utilisation pourrait être extrêmement avantageuse pour les petits exploitants agricoles mais il faut bien peser leurs répercussions négatives. Cela nécessitera une forme de structure de gestion qui pourrait être assurée par les Comités locaux de l'eau (CLE). Une adoption plus généralisée des pompes motorisées pourrait bénéficier à quelque 332 000 ménages agricoles irrigant jusqu'à 4 pour cent de l'ensemble des terres agricoles. Les coûts totaux d'investissement s'élèveraient à 121 millions de dollars EU.
- le développement des vallées intérieures est un choix qui a la faveur des agriculteurs du Burkina Faso, pour le riz paddy mais aussi pour d'autres cultures. Les superficies qui pourraient être aménagées représentent environ 9 pour cent de l'ensemble des terres agricoles, qui seraient cultivées par jusqu'à 426 000 ménages. L'investissement, qui comprendrait des infrastructures physiques et de la vulgarisation, s'élèverait à quelque 384 millions de dollars EU.

Les autres solutions de GEA à envisager

Le projet n'a pas étudié en détail toutes les options possibles de GEA mais a examiné un vaste éventail de possibilités avec les diverses parties prenantes. Celles-ci estiment que deux des options de GEA devraient faire l'objet d'études plus approfondies:

- L'irrigation goutte-à-goutte, qui semble prometteuse mais il existe de nombreux exemples d'agriculteurs qui ont abandonné cette technologie. Des recherches plus poussées sont nécessaires et en cours: l'IWMI a lancé une nouvelle étude de cas pour comprendre les causes de ces échecs; l'IDE travaille sur diverses variantes techniques à des fins de démonstration aux agriculteurs et d'information pour éclairer leurs décisions d'investissement; et le gouvernement produit un documentaire visant à sensibiliser les agriculteurs aux possibilités de l'irrigation goutte-à-goutte.
- Les potagers, la collecte des eaux de pluie et le développement des plans d'assurance-récolte sont aussi des options qui mériteraient d'être examinées attentivement.

⁷ Tous les chiffres fournis dans cette section supposent que 50 pour cent de tous les utilisateurs potentiels adoptent l'option de GEA. Tous les chiffres proviennent de FAO 2012a

RÉFÉRENCES

- AgWater Solutions Project. 2010a. *Burkina Faso national consultation*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI). 2p. (AgWater Solutions Project Stakeholder Consultation Summary Series).
- AgWater Solutions Project. 2010b. *Analyse de la situation au Burkina Faso*. Ouagadougou, Burkina Faso: International Water Management Institute (IWMI). 2p. (AgWater Solutions, Project Stakeholder Consultation Summary Series).
- AgWater Solutions Project. 2010c. *Rapport de synthèse des consultations régionales et nationale sur les solutions de la gestion de l'eau à petite échelle dans le domaine agricole (GEA) au Burkina Faso*. Ouagadougou, Burkina Faso. MAHRH/DADI, FAO. (AgWater Solutions Project Dialogue Reports Series).
- AgWater Solutions Project. 2011a. *Small reservoirs in sub-Saharan Africa. Based on a report by Jean-Philippe Venot*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI). 2p. (AgWater Solutions Learning and Discussion Brief).
- AgWater Solutions Project. 2011b. *Inland valleys in Ghana. Based on a report by Regassa E. Namara, Lesley Hope and Joseph Awuni*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI). 2p. (AgWater Solutions Learning and Discussion Brief).
- AgWater Solutions Project. 2011c. *rapport de l'atelier technique sur les aménagements de bas-fonds au burkina-faso*, par Dr. Youssouf Dembélé, Seydina Oumar Traoré, Mahamadou Tiemtoré, Ouagadougou, Burkina Faso. MAHRH/DADI, DGRE, FAO. (AgWater Solutions Project Dialogue Reports Series).
- AgWater Solutions Project. 2012a. *Rapport de l'atelier technique sur la planification et la gestion des petits barrages au Burkina Faso. L'accumulation et le stockage d'eau comme soutien à la sécurisation agricole et alimentaire*, par Laurent Moussa Campaoré, Seydina Oumar Traoré, Seimata Derra. Ouagadougou, Burkina Faso. Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques/Direction des Aménagements et du Développement de l'Irrigation (MAHRH/DADI), Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). MAHRH/DADI, DGRE, FAO (AgWater Solutions, Project Dialogue reports Series).
- AgWater Solutions Project. 2012b. *Smallholder innovation in Burkina Faso. Based on a report by Charlotte de Fraiture, Gael Ndanga Kouali, Hilmy Sally and Priva Kabre*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI). 2p. (AgWater Solutions Learning and Discussion Brief).
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2012a. *Mapping and assessing the potential for investments in agricultural water management: Burkina Faso*. Country Investment Brief. Rome, Italy: FAO Water for AgWater Solutions Project.
- FAO. 2012b. *Burkina Faso country dialogue update – June, 2012*. Rome, Italy: FAO Water for AgWater Solutions Project.
- FAO. 2012c. *Small reservoirs and water storage for smallholder farming: The case for a new approach*. Editors: Jean Payen and Jean-Marc Faurès. Rome, Italy: FAO Water for AgWater Solutions Project.
- SEI (Stockholm Environment Institute). 2012. *Opportunities for agricultural water management interventions in the Nariarlé watershed in Burkina Faso*. SEI Policy Brief. Stockholm, Sweden: Stockholm Environment Institute (SEI).
- Venot, J-P. 2011. *Evaluating small reservoirs as an agricultural water management solution*. AgWater Solutions Case Study. Accra, Ghana: IWMI.

Documents de travail de l'IWMI

- 149 *Investir dans la gestion de l'eau en agriculture au profit des petits exploitants agricoles du Burkina Faso. Rapport national de synthèse du projet AgWater Solutions.* Alexandra E. V. Evans, Meredith Giordano and Terry Clayton (Editeurs). 2012. (Existe aussi en version anglaise).
- 148 *Investing in Agricultural Water Management to Benefit Smallholder Farmers in West Bengal, India. AgWater Solutions Project Country Synthesis Report.* Alexandra E. V. Evans, Meredith Giordano and Terry Clayton (Editors). 2012.
- 147 *Investing in Agricultural Water Management to Benefit Smallholder Farmers in Ghana. AgWater Solutions Project Country Synthesis Report.* Alexandra E. V. Evans, Meredith Giordano and Terry Clayton (Editors). 2012.
- 146 *Investing in Agricultural Water Management to Benefit Smallholder Farmers in Tanzania. AgWater Solutions Project Country Synthesis Report.* Alexandra E. V. Evans, Meredith Giordano and Terry Clayton (Editors). 2012.
- 145 *Agricultural Extension in Central Asia: Existing Strategies and Future Needs.* Jusipbek Kazbekov and Asad Sarwar Qureshi. 2011.
- 144 *An Overview of the Development Challenges and Constraints of the Niger Basin and Possible Intervention Strategies.* Regassa E. Namara, Boubacar Barry, Eric S. Owusu and Andrew Ogilvie. 2011.
- 143 *A Comparative Analysis of the Technical Efficiency of Rain-fed and Smallholder Irrigation in Ethiopia.* Godswill Makombe, Regassa Namara, Fitsum Hagos, Seleshi Bekele Awulachew, Mekonnen Ayana and Deborah Bossio. 2011.
- 142 *Typology of Irrigation Systems in Ghana.* Regassa E. Namara, Leah Horowitz, Shashidhara Kolavalli, Gordana Kranjac-Berisavljevic, Busia Nambu Dawuniand Boubacar Barry. 2010.
- 141 *A Case for Pipelining Water Distribution in the Narmada Irrigation System in Gujarat, India.* Tushaar Shah, Sunderrajan Krishnan, Pullabhotla Hemant, Shilp Verma, Ashish Chandra and Chillerege Sudhir. 2010.
- 140 *Inventory of Water Storage Types in the Blue Nile and Volta River Basins.* Robyn Johnston and Matthew McCartney. 2010.
- 139 *Climate Change Impacts and Adaptation in Nepal.* Ryan Bartlett, Luna Bharati, Dhruba Pant, Heather Hosterman and Peter McCornick. 2010.
- 138 *Synthesis of IWMI Work in Nepal.* Dhruba Pant and Madar Samad. 2010.
- 137 *Multiple Sources of Water for Multiple Purposes in Northeast Thailand.* Frits Penning de Vries and Sawaeng Ruaysoongnern. 2010.

L'IWMI offre un accès libre à toutes ses publications.

Consulter

www.iwmi.org/publications/index.aspx

Publications connexes

Sally, H.; Abernethy, C. L. (Eds.). 2002. *Private irrigation in Sub-Saharan Africa: Regional Seminar on Private Sector Participation and Irrigation Expansion in Sub-Saharan Africa, Accra, Ghana, October 22-26, 2001*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI); Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO); Wageningen, the Netherlands: Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA) ACP-EU. 328p. + CD.

<http://publications.iwmi.org/pdf/H041080.pdf>

Venot, J.-P.; de Fraiture, C.; Nti Acheampong, E. 2012. *Revisiting dominant notions: a review of costs, performance and institutions of small reservoirs in sub-Saharan Africa*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI). 39p. (IWMI Research Report 144).

www.iwmi.cgiar.org/Publications/IWMI_Research_Reports/PDF/PUB144/RR144.pdf

Adresse postale

P O Box 2075
Colombo
Sri Lanka

Adresse physique

127 Sunil Mawatha
Pelawatta
Battaramulla
Sri Lanka

Téléphone

+94-11-2880000

Télécopie

+94-11-2786854

Courriel

iwmi@cgiar.org

Site web

www.iwmi.org



L'IWMI est
membre du
Consortium
du CGIAR
et dirige
le:



RESEARCH
PROGRAM ON
Water, Land and
Ecosystems

ISSN: 2279-2287
ISBN: 978-92-9090-761-9