

Document
de travail
IWMI

156

Évaluation rapide de la disponibilité en eau et des technologies appropriées pour la petite agriculture: directives pour les acteurs de terrain ●●●

Andrew Keller, Elizabeth Weight et Stuart Taylor

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 156

**Évaluation rapide de la disponibilité en eau
et des technologies appropriées pour la petite agriculture:
directives pour les acteurs de terrain**

*Andrew Keller
Elizabeth Weight
et
Stuart Taylor*

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

Auteurs: Andrew Keller est le Président de Keller-Bliesner Engineering, LLC, Utah, États-Unis; Elizabeth Weight est Coordinatrice de l'adoption des technologies au niveau mondial pour l'Institut international des ressources en eau (IWMI), Colombo, Sri Lanka; et Stuart Taylor est Directeur de la mesure du rendement à l'iDE, Winnipeg, Canada.

Keller, A.; Weight, E.; Taylor, S. 2013. *Évaluation rapide de la disponibilité en eau et des technologies appropriées pour la petite agriculture: directives pour les acteurs de terrain*. Colombo, Sri Lanka: Institut international de gestion des ressources en eau (IWMI). 64p. (Document de travail IWMI 156). doi: 10.5337/2014.227

/ disponibilité en eau / petite agriculture / agriculture / gestion de l'eau / eaux souterraines / ressources en eau / genre / agriculteurs / pompes / puits / forage / réservoirs / cours d'eau / irrigation / sols / niveaux de vie / secteur public / secteur privé / organisations non gouvernementales / pauvreté / collecte des données / directives / évaluation de la technologie / études de cas / Ghana /

ISSN 2279-2287

ISBN 978-92-9090-803-6

Publié à l'origine en tant que:

Keller, A.; Weight, E.; Taylor, S. 2013. *Rapid assessment of water availability and appropriate technologies for small-scale farming: guidelines for practitioners*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI). 61p. (IWMI Working Paper 156). doi: 10.5337/2014.207

Droits d'auteur © 2013 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.

Veuillez 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 auteurs souhaitent remercier tous ceux dont le travail a contribué à l'élaboration de ce rapport. Nous sommes en particulier reconnaissants envers Robert Nanes (Directeur national, iDE Ghana); le Dr. Benony Komla Kortatsi (Chargé de recherche principal, Division des eaux souterraines, Conseil pour la recherche scientifique et industrielle – Institut de la recherche sur l'eau [CSIR-WRI], Ghana); le Dr. Fred Kizito (Centre international d'agriculture tropicale [CIAT], ancien personnel de l'IWMI); Ian Wilson (*Keller Bliesner Engineering*); le personnel de l'iDE Ghana; et les nombreuses personnes qui ont généreusement partagé leur temps, leurs points de vue et leurs idées avec nous au Ghana. Nous remercions l'équipe du projet AgWater Solutions, dont Meredith Giordano (Co-directrice de projet) et Charlotte de Fraiture (UNESCO-IHE Institut pour l'éducation relative à l'eau, ancien personnel de l'IWMI), pour leurs conseils et leur collaboration. Ce rapport se fonde sur des recherches financées par une subvention de la Fondation Bill & Melinda Gates. Les résultats et conclusions qu'il contient sont ceux de ses auteurs 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 œuvre dans plusieurs pays africains et asiatiques entre 2009 et 2012. Son objectif est de repérer les options et opportunités d'investissement dans la gestion de l'eau en agriculture qui offrent les plus grandes possibilités 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 organisations non gouvernementales (ONG) et les petits exploitants agricoles.

Les principales institutions chargées de la mise en œuvre 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
Introduction.....	1
Aperçu du processus d'évaluation des ressources en eau.....	4
Phase 1: Évaluation générale pour repérer les zones à fort potentiel pour l'investissement dans la GEA.....	5
Collecte des données au cours de la phase 1	7
Résultats de la phase 1	10
Phase 2: Évaluation détaillée sur le terrain pour définir les solutions de GEA appropriées dans les zones à fort potentiel	13
Collecte des données au cours de la phase 2	16
Élaborer des recommandations pour la conception des interventions.....	19
Résultats de la phase 2.....	24
Compétences recommandées au sein de l'équipe d'évaluation des ressources en eau.....	33
Enjeux et difficultés de cette méthodologie.....	36
Conclusion	37
Références.....	37
Annexe 1. Cartographie du niveau statique de l'eau à partir d'un MAN et cours d'eau pérennes.....	38
Annexe 2. Illustrations des études de cas.....	43
Annexe 3. Les types de sols inventoriés dans le nord du Ghana, leur emplacement spécifique et leur adéquation pour le forage manuel de puits	47
Annexe 4. Collecte des données et informations sur le terrain	51
Annexe 5. Types de sources d'eau et de technologies d'irrigation	55

Résumé

Les restrictions sur l'accès à l'eau sont la principale raison des difficultés qu'éprouvent des millions d'agriculteurs pauvres à faire pousser suffisamment de cultures alimentaires et commerciales pour améliorer leurs conditions de vie. La tâche est ardue pour les agriculteurs et directeurs de programmes (mettant en œuvre des programmes visant à améliorer la vie des agriculteurs) qui cherchent à établir les disponibilités en eau et leur accessibilité, qui à leur tour déterminent si l'accès aux ressources en eau est financièrement abordable, ainsi que leur viabilité, dans les endroits où il existe peu d'informations bien documentées sur les eaux de surface et les ressources en eaux souterraines. En outre, les directeurs de programmes et les agriculteurs ont souvent du mal à déterminer les technologies les plus appropriées d'accès et d'application des eaux en tenant compte des particularités de l'environnement biophysique et socio-économique et des ressources en eau disponibles.

Alors qu'il est nécessaire d'améliorer l'accès des petits exploitants agricoles aux ressources en eau et leur utilisation durable de ces ressources, il existe peu de documents détaillés sur les méthodes et outils éprouvés pour évaluer la disponibilité des ressources en eau, leur accessibilité et leur viabilité et pour sélectionner les technologies appropriées d'accès et d'application de l'eau. Ce document cherche à remédier à cette lacune en éclairant les directeurs de programme qui mettent en œuvre des projets de terrain visant à améliorer l'accès des petits exploitants agricoles aux ressources en eau tout en garantissant en même temps la viabilité environnementale du captage des eaux. Ces directives sont conçues pour intéresser les organismes du secteur public (ex.: les services gouvernementaux de vulgarisation et les départements de gestion des ressources en eau); les organisations de la société civile (ex.: les organisations d'agriculteurs et les ONG); les entreprises sociales qui catalysent les chaînes de valeur pour l'agriculture irriguée; et les bailleurs de fonds qui investissent dans l'amélioration des conditions de vie des agriculteurs et agricultrices. Il est prévu que les directeurs de programmes utiliseront ces directives en association avec d'autres méthodes et outils, telles que des analyses des chaînes de valeur agricoles, et qu'elles constitueront l'un des éléments d'une approche globale pour l'élaboration d'interventions visant à aider les petits exploitants agricoles.

Ce document n'est pas un manuel technique; il est plutôt destiné à offrir aux directeurs de programmes des conseils concernant l'expertise, les ressources et les informations nécessaires pour qu'ils puissent encadrer les spécialistes techniques. Les directives décrivent un processus que les directeurs de programmes peuvent suivre pour encadrer les spécialistes techniques afin de rassembler rapidement assez de données et d'informations pour comprendre les caractéristiques de zones étendues et définir progressivement des emplacements spécifiques présentant un potentiel plus intéressant pour permettre à des petits exploitants agricoles individuels d'accéder de manière abordable et durable à des ressources en eau souterraines et de surface. Ces directives proposent aussi une méthode pour estimer les quantités d'eau disponibles et choisir des technologies d'élévation de l'eau et d'irrigation individuelles¹ adaptées aux ressources en eau disponibles. Le processus d'évaluation décrit dans ce document se divise en deux grandes étapes:

¹Les auteurs reconnaissent la valeur de l'accès et de l'utilisation communautaires des ressources en eau mais ont limité la portée de ce document aux technologies individuelles d'irrigation parce qu'il existe déjà dans le domaine public davantage d'informations, de méthodes et d'outils portant sur l'évaluation et la conception de périmètres d'irrigation communautaires et publics.

1. Une évaluation globale – l'équipe d'évaluation rassemble et analyse des données secondaires et détermine les zones présentant un potentiel intéressant pour des initiatives de gestion de l'eau en agriculture (GEA).
2. Une évaluation de terrain détaillée – l'équipe d'évaluation, par un travail sur le terrain, recueille et analyse des données détaillées pour définir les initiatives appropriées de GEA dans les zones à fort potentiel.

Le processus d'évaluation évolue d'une échelle globale à une échelle plus précise en rassemblant progressivement des informations et données suffisamment détaillées pour prendre des décisions et passer à la phase suivante. Ce processus cherche à minimiser le coût et le temps nécessaires pour effectuer une évaluation des ressources en eau en utilisant des méthodes pratiques et peu coûteuses pour rassembler assez d'informations et permettre progressivement une concentration des efforts sur les zones présentant un potentiel intéressant pour que les petits exploitants agricoles puissent accéder à l'eau de manière abordable. Des données et informations détaillées supplémentaires sont alors recueillies sur les zones à fort potentiel pour mieux éclairer le processus décisionnel.

Ce document est un premier effort pour élaborer une approche abordable permettant de rassembler des informations pour éclairer la prise de décisions. Des exemples issus de l'application de cette approche au nord du Ghana en 2010 ont été intégrés à l'étude. Ce document n'est pas exhaustif mais les auteurs espèrent qu'il servira de base à des perfectionnements, mises à l'essai et approfondissements supplémentaires fondés sur des applications sur le terrain renouvelées.

INTRODUCTION

Ces directives ont été élaborées dans le cadre du projet AgWater Solutions, mis en œuvre entre 2009 et 2012 au Burkina Faso, en Ethiopie, au Ghana, en Tanzanie, en Zambie et dans deux états indiens, le Madhya Pradesh et le Bengale occidental. Le projet s'est attaché à résoudre les problèmes d'eau auxquels sont confrontés les petits exploitants agricoles. L'eau est souvent l'un des principaux facteurs qui limitent la production des petits exploitants agricoles, leurs rendements et la diversification des cultures. Pour cette raison, de nombreux petits exploitants agricoles ne produisent que des cultures de base pendant la saison des pluies pour n'obtenir ainsi qu'une variété restreinte de produits, et des quantités limitées. En outre, l'accès limité à l'eau rend les agriculteurs vulnérables à la variabilité accrue des régimes pluviaux.

Le projet AgWater Solutions a examiné les méthodes et technologies de GEA en vigueur, ainsi que les facteurs qui influencent leur adoption et leur élargissement. Les analyses entreprises par le projet ont indiqué que l'élargissement de certaines solutions de GEA à l'échelle des ménages ou des communautés pourrait augmenter la productivité agricole et les bénéfices nets de millions de petits exploitants agricoles. Les analyses du projet ont par exemple estimé que l'utilisation de pompes à moteur pourrait être élargie pour toucher 185 millions de ruraux en Afrique subsaharienne, et souligné que l'amélioration de l'accès à l'eau des ménages agricoles ruraux pourrait aider les familles à:

- cultiver des cultures irriguées à plus forte valeur ajoutée à la saison sèche, ce qui augmenterait les revenus des ménages;
- étendre les superficies cultivées et augmenter la quantité de cultures produites par unité de surface;
- diversifier les systèmes de culture, ce qui permettrait de réduire les risques de mauvaises récoltes et de défaillances du marché; et
- appliquer un supplément d'eau pendant les périodes de faibles précipitations pour éviter les mauvaises récoltes.

Non seulement le projet a permis de préciser les possibilités importantes qu'offrent l'amélioration de l'accès à l'eau et l'utilisation des solutions de GEA pour améliorer les vies des agriculteurs et agricultrices pauvres, mais il a aussi favorisé la mise au point d'analyses, cartes, recommandations et profils d'investissement nationaux qui guideront l'investissement dans ces solutions.

Ce document complète d'autres résultats du projet AgWater Solutions en ce qu'il propose un processus éprouvé pour aider les décideurs responsables de diriger, concevoir et/ou mettre en œuvre des projets visant à améliorer l'accès à l'eau des petits agriculteurs pour la production agricole. Parmi les **utilisateurs** de ces directives peuvent figurer des organismes du secteur public (ex: des services gouvernementaux de vulgarisation et de gestion des ressources en eau); des organisations de la société civile (ex: des organisations d'agriculteurs et des ONG); des projets; des entreprises sociales favorisant les chaînes de valeur de la production agricole irriguée; et des bailleurs de fonds investissant dans l'amélioration des vies des agriculteurs et agricultrices.

L'objectif de cette méthodologie d'évaluation des ressources en eau est d'aider ces décideurs à déterminer la disponibilité, l'accessibilité physique et économique et la viabilité des ressources en eau, et à choisir les technologies individuelles les plus appropriées pour l'accès à l'eau (ex.: pompe à pédales, pompe à corde et à disque, pompe à moteur, pompe électrique, énergie solaire thermique, énergie photovoltaïque, alimentation par batteries, collecte des eaux de pluie, siphon) et son application (ex.: en surface, en goutte-à-goutte, par aspersion, *in-situ*),

qui conviendront aux conditions particulières des milieux biophysiques et socio-économiques rencontrés et aux ressources en eau disponibles (ex.: eaux souterraines, cours d'eau ou réservoirs). Les **principes directeurs** qui sous-tendent cette méthodologie sont les suivants:

1. une vocation à servir les intérêts des petits agriculteurs et agricultrices pauvres;
2. l'optimisation des ressources en eau disponibles au bénéfice de l'amélioration des moyens de subsistance;
3. la garantie de captages d'eau durables sur le plan de l'environnement; et
4. une volonté d'offrir un accès abordable à l'eau en mettant en évidence les zones où des exploitants individuels peuvent accéder aux ressources en eau et les appliquer pour un coût d'investissement relativement faible, fondée sur l'hypothèse que ce caractère abordable permettra à un grand nombre d'agriculteurs d'investir dans l'accès à l'eau. Les directives prennent en compte la minimisation des coûts pour les agriculteurs en favorisant l'utilisation des eaux de surface et des eaux souterraines peu profondes, qui sont accessibles aux agriculteurs pauvres pour beaucoup moins cher que les eaux souterraines plus profondes (exigeant un forage plus coûteux et des coûts de fonctionnement par pompage plus élevés). En outre, les recommandations portant sur la sélection de technologies individuelles appropriées pour le captage et l'application d'eau mettent l'accent sur les technologies les moins onéreuses.

Ce document n'est pas un manuel technique mais vise à proposer des conseils d'ordre général sur l'information, l'expertise technique et les ressources nécessaires pour que les responsables puissent orienter les spécialistes techniques en ce qui touche à l'évaluation et à la conception d'un programme. L'objectif des directives étant l'application pratique des connaissances rassemblées, les méthodes décrites cherchent à équilibrer les contraintes de temps et de coûts avec la nécessité de recueillir suffisamment d'informations pour la prise de décisions. Pour ce faire, les directives décrivent les processus suivants:

- un processus rapide et itératif permettant de comprendre les caractéristiques de zones étendues, ainsi que les pratiques en vigueur de captage et d'utilisation de l'eau dans la petite agriculture. Grâce à ce processus, l'équipe définit progressivement les endroits présentant le meilleur potentiel pour que des petits exploitants agricoles individuels puissent accéder aux eaux souterraines et de surface pour un coût abordable;
- une méthode permettant d'estimer le volume des ressources en eau disponibles dans les zones définies comme étant «à fort potentiel»;
- une méthode facilitant la sélection de technologies individuelles d'élévation de l'eau et d'application de l'irrigation qui conviennent aux ressources en eau disponibles dans les zones étudiées.

Les processus et méthodes décrits dans ce document, dynamiques et opportunistes, se fondent sur une reconnaissance visuelle continue et la collecte des données et informations rassemblées à l'issue de nombreuses discussions. Les savoirs locaux et la participation des agriculteurs, acteurs des chaînes de valeur et autres intervenants travaillant avec les agriculteurs (ex: les agents de vulgarisation) sont essentiels. Les idées, aspirations et réactions des agriculteurs et agricultrices sont cruciales, tout comme les contributions des représentants des autorités nationales et locales, des chercheurs, des organisations qui travaillent dans la zone considérée, des enseignants et de toutes les autres personnes ayant de bonnes connaissances en matière d'agriculture, de ressources en eau, de marchés, et concernant les aspects sociaux influençant les investissements dans la GEA et les pratiques de GEA. Tout au long du

processus, l'équipe de terrain interprète conjointement les informations, idées, réactions et données recueillies et précise sa réflexion sur les opportunités d'amélioration des pratiques agricoles.

Le processus décrit dans ce document peut être utilisé dans toutes les situations où le manque d'informations détaillées sur les ressources en eaux souterraines et de surface rend difficile la détermination de la disponibilité et de l'accessibilité physique des ressources en eau, et par suite de leur accessibilité économique.

Le processus décrit dans ce document commence par une évaluation à l'échelle nationale et s'oriente progressivement sur de plus petites zones géographiques présentant un potentiel intéressant pour que les petits exploitants agricoles puissent accéder à l'eau de manière durable et à un coût abordable. Au Ghana, par exemple, l'équipe a commencé au niveau national puis restreint les possibilités et ciblé les sous-districts les plus prometteurs. Bien que la méthode décrite soit engagée au niveau national, cette approche pourrait être employée à d'autres niveaux et à diverses étapes du processus décisionnel. Par exemple, les organismes gouvernementaux de vulgarisation œuvrant au niveau sous-national pourraient utiliser ce processus dans le cadre de leur domaine administratif pour déterminer les zones spécifiques offrant les meilleures possibilités pour un accès durable et abordable à l'eau, et pour sélectionner les technologies appropriées d'accès à l'eau et d'application.

Il est prévu que les directeurs de programmes utiliseront ces directives en association avec d'autres méthodes et outils, tels que des analyses de la chaîne de valeur agricole, et les considéreront comme un élément d'une approche plus large visant à concevoir des interventions susceptibles de bénéficier aux petits exploitants agricoles. Par exemple, le processus d'évaluation décrit ici peut être utilisé avec d'autres résultats du projet tels que les cartes des zones favorables, en fonction des caractéristiques physiques et des moyens de subsistance, et à l'échelle des pays et de plusieurs pays, pour certaines technologies de GEA (pour davantage d'informations, voir sur <http://awm-solutions.iwmi.org>). De plus, ces directives peuvent être intégrées aux analyses de la chaîne agricole afin de déterminer les débouchés commerciaux à forte valeur ajoutée pour les petits exploitants agricoles, ainsi que les besoins de ces cultures à forte valeur ajoutée en matière d'irrigation (voir, par exemple, Webber 2007).

En 2010, le projet AgWater Solutions a utilisé l'approche décrite dans le présent document pour évaluer et déterminer les zones du nord du Ghana disposant de ressources en eau accessibles (eaux souterraines peu profondes et eaux de surface) et offrant aux petits exploitants agricoles des possibilités intéressantes d'utilisation pour qu'ils puissent améliorer leurs moyens de subsistance. Ces directives proposent des exemples du processus d'évaluation entrepris au Ghana. L'évaluation au Ghana et la préparation de ce document ont bénéficié de l'appui financier du projet AgWater Solutions; toutefois, les connaissances résumées ici sont tirées d'expériences acquises à l'occasion d'évaluations semblables menées en Ethiopie, en Zambie, au Népal, au Myanmar et en Inde.

Ce document constitue un premier effort pour exposer une approche abordable de la collecte d'informations facilitant la prise de décisions. Il n'est pas exhaustif et les auteurs espèrent qu'il donnera lieu, grâce à de nombreuses applications sur le terrain, à de futurs perfectionnements, essais et mises au point.

APERÇU DU PROCESSUS D'ÉVALUATION DES RESSOURCES EN EAU

L'évaluation suit globalement le processus suivant:

Phase 1: Une évaluation globale pour repérer les zones à fort potentiel pour l'investissement dans la GEA. Cette phase compte trois étapes:

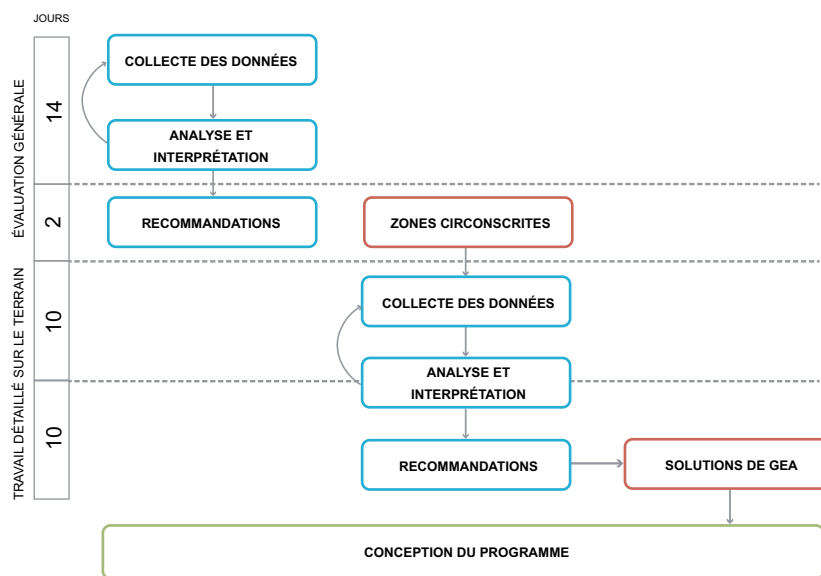
- a. La collecte des données en utilisant les données secondaires.
- b. L'analyse et l'interprétation (continue).
- c. L'élaboration de recommandations sur les zones à fort potentiel.

Phase 2: Une évaluation détaillée sur le terrain pour déterminer les solutions de GEA appropriées dans les zones à fort potentiel. Cette phase comporte trois étapes essentielles:

- a. La collecte des données par le travail sur le terrain.
- b. L'analyse et l'interprétation (continue).
- c. L'élaboration de recommandations pour la conception des interventions, y compris les technologies les mieux adaptées au travail des petits exploitants agricoles en fonction des conditions propres aux sites considérés.

Ce processus en plusieurs phases vise à minimiser les montants et le temps nécessaires pour effectuer une évaluation des ressources en eau en utilisant des méthodes pratiques et peu coûteuses pour recueillir suffisamment d'informations qui permettront de progressivement centrer l'attention sur les zones les plus propices à un accès à l'eau abordable pour les petits exploitants agricoles. Des informations et données supplémentaires plus détaillées sont alors rassemblées sur les zones les plus propices pour guider encore plus précisément le processus décisionnel. Le processus évolue donc d'une échelle générale à une échelle détaillée en rassemblant des informations et données suffisamment précises pour prendre des décisions et passer à l'étape suivante. Il élimine ainsi la nécessité de recueillir des données complètes sur des zones géographiques peu propices à un accès abordable et/ou durable aux ressources en eau. La figure 1 illustre les phases recommandées pour l'évaluation, ainsi que la durée approximative de chaque phase et les résultats attendus. Les sections suivantes offrent davantage de détails sur chacune des étapes du processus.

FIGURE 1. Schéma du processus d'évaluation rapide des ressources en eau, indiquant la durée et les résultats approximatifs de chaque phase. Il faut noter que le processus d'évaluation est l'un des éléments constitutifs de la conception du programme, qui fait appel à de nombreuses autres sources d'information.



Phase 1: Collecte générale des données et interprétation

Mention de source: Stuart Taylor

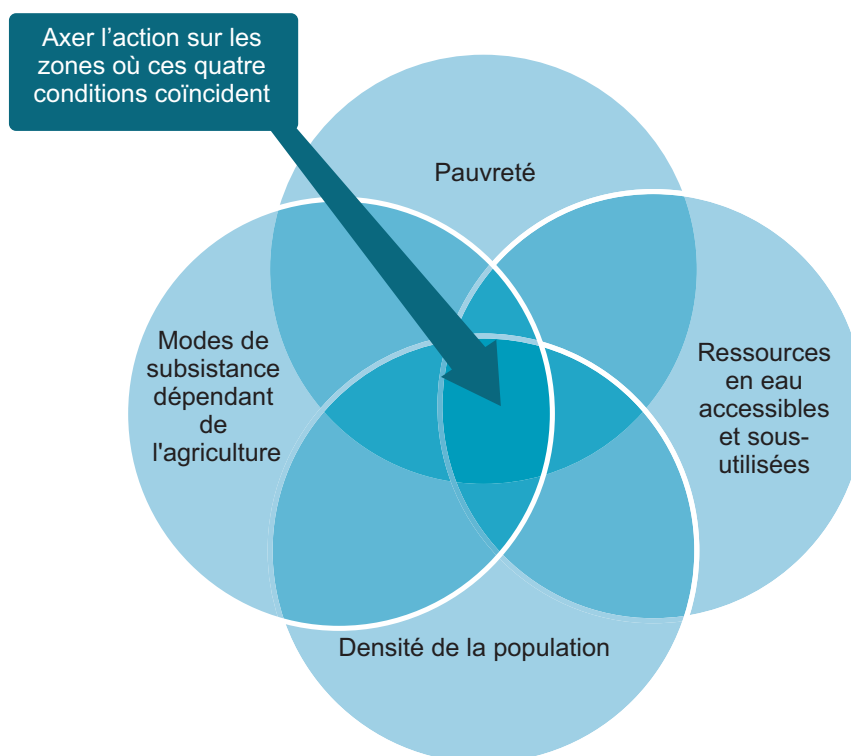
PHASE 1: ÉVALUATION GÉNÉRALE POUR REPÉRER LES ZONES À FORT POTENTIEL POUR L'INVESTISSEMENT DANS LA GEA

La phase 1 de l'évaluation des ressources en eau sert de première sélection pour déterminer les zones à fort potentiel pour le développement de la petite agriculture irriguée. L'objectif de cette première phase est de comprendre le contexte général (c.-à-d. l'échelle nationale) afin de repérer et cerner les zones géographiques dans lesquelles coïncident les quatre critères clés suivants (illustrés en figure 2):

1. La disponibilité physique et l'accessibilité de ressources sous-utilisées en eaux de surface et/ou eaux souterraines peu profondes. Ici, les eaux souterraines peu profondes sont accessibles à une profondeur maximale de 18 mètres (m) entre la surface du sol et celle de la nappe. Si l'eau est pompée manuellement à des fins d'irrigation sur des parcelles dépassant la taille nécessaire pour assurer la subsistance, une profondeur de 12 mètres est la limite pratique que peut atteindre une pompe manuelle ou à corde et à disque.
2. Une densité de population conséquente qui permette de garantir qu'une intervention bénéficiera à un grand nombre de personnes, réduira les coûts et favorisera l'autoreproduction et l'élargissement par le partage entre agriculteurs et la reproduction par le secteur privé. Pour que des interventions soient réussies et durables pour les petits exploitants agricoles, il faut généralement qu'elles touchent une densité de population de 100 personnes par kilomètre carré ou davantage.

3. Des taux élevés de pauvreté pour contribuer à garantir que l'intervention améliorera la vie des populations pauvres. Les taux élevés de pauvreté sont indiqués par des taux de mortalité infantile de plus de 75 pour 1 000 naissances vivantes et par une insuffisance pondérale de 30 pour cent ou plus chez les enfants âgés de 0 à 5 ans.
4. Des modes de subsistance dépendant de l'agriculture, qui assurent qu'une intervention répondrait aux besoins et contraintes des populations puisqu'elle agirait sur leur principale activité.

FIGURE 2. Zones où les conditions sont idéales pour les interventions de GEA



Mention de source: Elizabeth Weight

Parmi les facteurs importants qui doivent être pris en considération lors de la réalisation de cette première sélection générale figurent les droits et habilitations sur la terre et sur l'eau, qui influencent les décisions et investissements des agriculteurs et leur perception des risques. Ces facteurs façonnent souvent les dynamiques sociales et économiques et la distribution de la pauvreté. En Inde, par exemple, le droit des agriculteurs à l'accès à l'eau a favorisé l'émergence de marchés pour les eaux souterraines, qui ont permis aux petits agriculteurs pauvres d'acheter de l'eau pour l'irrigation. Toutefois, dans certains endroits où l'eau est limitée, ce système peut permettre aux agriculteurs les plus riches de forer des puits plus profonds, d'acheter des pompes plus puissantes pour capter l'eau et/ou d'acheter les terres ou d'y accéder pour en atteindre les ressources en eau.

Cette première phase de sélection rassemble les informations disponibles sur un plan général (c.-à-d. au niveau national) concernant les droits et habilitations formels et informels d'accès aux ressources en terres et en eau et d'utilisation de ces ressources. Etant donné que l'application au niveau local des lois et politiques nationales peut être influencée par les traditions et cultures locales, les phases ultérieures du processus d'évaluation donnent à l'équipe du projet l'occasion de comprendre comment les agriculteurs perçoivent leurs droits et habilitations. Il est important pour ce faire d'organiser des discussions avec les agricultrices

afin de bien saisir les aspects sexospécifiques de ces droits et habilitations. Ces informations sont utiles pour concevoir un programme qui aborde de manière pragmatique les contraintes auxquelles sont confrontés les agriculteurs et agricultrices lorsqu'ils veulent accéder à des ressources en terres et en eau et les utiliser pour produire des cultures irriguées.

Collecte des données au cours de la phase 1

La phase 1 se fonde sur des recherches documentaires pour recenser les études précédemment effectuées et les données et informations déjà rassemblées sur les quatre critères clés: les ressources en eau, la population, la pauvreté et les moyens de subsistance.

Le tableau 1 énumère les données importantes qu'il faut collecter pour ces quatre critères. Il propose également une liste des sources contenant généralement ce type d'informations. En plus des sources indiquées, il peut être utile d'interroger les responsables des pouvoirs publics, le personnel universitaire et les organisations de développement pour rassembler des informations sur les zones présentant des ressources en eau accessibles et sous-utilisées, des densités de population élevées, de forts taux de pauvreté et des modes de subsistance dépendant de l'agriculture.

L'objectif de la phase 1 étant de restreindre la portée géographique de l'évaluation en se concentrant sur les zones les plus propices aux interventions de GEA pour obtenir le plus grand impact possible, il n'est pas nécessaire de rassembler pour la phase 1 toutes les informations énumérées dans le tableau 1. Toutefois, toutes les données précisées seront éventuellement nécessaires pour terminer l'évaluation. Puisqu'il s'agit de la première phase de collecte des données, cela peut être une bonne idée d'obtenir toute l'information qui sera utilisée pour l'ensemble de l'évaluation aussi tôt que possible dans le processus. De plus, la collecte de certaines données entraîne souvent la découverte de détails supplémentaires et de sources d'informations susceptibles d'être utiles pour l'ensemble du processus.

TABLEAU 1. Collecte des données et informations et sources permettant d'obtenir ces informations

Données et informations	Source type d'information
<u>Eau, climat, sols, cultures</u>	Une grande partie de ces informations peut être obtenue auprès des services gouvernementaux (ex.: ministères de l'agriculture, des ressources naturelles, de l'environnement, bureaux de l'enregistrement foncier/de l'aménagement du territoire, systèmes nationaux de recherche agricole [SNRA], bureau en charge de la géodésie/des relevés/de la cartographie, etc.); universités; sources et organisations internationales (ex.: FAO, CGIAR, système d'information géographique [SIG], portails de données [ESRI, CIESIN (<i>Centre for International Earth Science Information Network</i> , GRID, etc.); cartes topographiques; modèle altimétrique numérique [MAN] pour la cartographie des eaux souterraines [voir l'annexe 1]; information des programmes sur l'eau et l'assainissement; base de données ClimWat et outil d'aide à la décision CropWat de la FAO; carte des sols de second niveau de la FAO; etc.).
• Ressources en eaux de surface (cours d'eau et lacs permanents) • Ressources en eaux souterraines (profondeur jusqu'à la surface de la nappe, fluctuation saisonnière de la profondeur de la nappe, épaisseur saturée ou profondeur jusqu'à la barrière rocheuse, matériel constitutif ou caractéristiques de l'aquifère, état du terrain de couverture) • Plaines d'inondation, zones humides/dambos, etc. • Climat (précipitations mensuelles et distribution des fréquences, températures maximales et minimales, évapotranspiration mensuelle) • Données sur les sols (carte et caractéristiques) • Données sur les cultures (types, variétés, périodes de végétation, besoins en eau, rendements)** • Données sur l'utilisation d'autres intrants agricoles	Pour davantage de détails, voir la section <i>Sources des données et informations sur les ressources en eau</i> .

(Suite page suivante)

TABLEAU 1. Collecte des données et informations et sources permettant d'obtenir ces informations (suite)

<u>Population</u> Données sur la densité et la distribution des populations	Données des recensements obtenues de sources gouvernementales à l'échelle de la plus petite unité administrative disponible (ex.: village, quartier, district, comté, <i>kebele</i> , etc.). Il faut aussi disposer des cartes correspondantes des unités administratives.
<u>Pauvreté</u> Données sur la pauvreté et sur sa distribution	Sources gouvernementales, Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), Enquêtes démographiques et sanitaires (EDS), données approximatives sur la pauvreté issues des données de recensement.
<u>Moyens de subsistance</u> - Modes de subsistance - Zones agroécologiques - Régimes de propriété des terres et des eaux; régimes fonciers, droits d'accès et d'utilisation et schémas d'utilisation en matière de terres et d'eaux et informations sur leurs différences selon qu'il s'agit de femmes ou d'hommes, et selon les différents groupes ethniques/castes - Zones tribales, privées, publiques et protégées - Politiques et lois liées à la production et commercialisation agricoles des petits agriculteurs et influençant celles-ci	Cette information peut souvent être obtenue en interrogeant des responsables des services gouvernementaux (ex.: Ministère de l'agriculture, SNRA, Bureau du recensement); des universitaires et agents de développement en s'appuyant sur leurs savoirs; des experts locaux (ex.: agents agricoles et de vulgarisation, etc.); des organisations internationales (ex.: FAO, CGIAR, banques de développement, Programme des Nations Unies pour l'environnement [PNUE], etc.); cartographie des moyens de subsistance de la FAO; etc.

Mention de source: Andrew Keller

Remarques: **Ces données sont collectées sur les systèmes de production agricole pluviaux et irrigués. Dans les zones où les agriculteurs pratiquent déjà l'irrigation, l'aide peut consister à améliorer les pratiques d'irrigation en vigueur (ex.: proposer l'utilisation de pompes là où les agriculteurs pratiquent une irrigation par seaux exigeante en main d'œuvre). Dans celles où quelques agriculteurs ont ajouté des cultures irriguées à leur gamme de cultures pluviales, il pourrait être possible d'intensifier la production agricole irriguée parce que ces zones disposent de ressources en eau accessibles et que les agriculteurs qui n'irriguent pas ont peut-être pris conscience des avantages et inconvénients de l'irrigation. Dans les zones de production pluviale, l'introduction de l'irrigation peut modifier de manière conséquente la vie des agriculteurs, mais il faudra prévoir plus de temps et d'aide pour qu'ils puissent s'ajuster à la culture d'une production agricole irriguée.

Sources des données et informations sur les ressources en eau

Les services gouvernementaux disposent généralement de données et informations sur les ressources en eaux souterraines et de surface. Il est toutefois souvent difficile de trouver des données et cartes fiables et systématiques sur les ressources en eaux souterraines et de surface et les aquifères, ainsi que des données géomorphologiques. Dans bien des cas, on est confronté à un manque de données hydrologiques de qualité sur le long terme, en particulier à petite échelle. Par exemple, au Ghana, la Commission des ressources en eau avait des informations et des cartes des puits et de leur apport en eau dans le pays, mais ne disposait pas de cartes et données complètes sur la profondeur des eaux souterraines. C'est pour cette raison qu'il est utile de créer des cartes des données disponibles en matière d'eau pour permettre l'évaluation des ressources.

L'essentiel des informations sur les ressources en eaux de surface peut s'obtenir par le repérage de l'emplacement des cours d'eau et lacs permanents. Cette information a deux objectifs: 1) repérer les ressources en eaux de surface qui peuvent être exploitées directement par les petits exploitants agricoles pour l'irrigation des cultures produites dans les champs

adjacents pendant la saison sèche. La saison sèche est généralement la période à laquelle la valeur des cultures irriguées atteint son maximum, ce qui explique pourquoi il y a davantage d'opportunités en matière d'emploi et de commercialisation à cette saison. La saison sèche est aussi la période où les sources d'eau non pérennes risquent le plus de s'assécher et/ou de ne plus être fiables; et 2) il existe généralement une correspondance entre les sources d'eau de surface pérennes et les nappes phréatiques, qui fait que les premières sont essentielles pour cartographier la profondeur des eaux souterraines. Les cartes topographiques à des échelles de 1:50 000 ou plus petites fournissent de bonnes informations sur l'emplacement des sources pérennes d'eaux de surface. La plus grande partie du travail cartographique de la phase 1 se fera à une échelle plus large d'environ 1:250 000. Il est toutefois difficile, à une telle échelle, de repérer où commencent les cours d'eau pérennes et jusqu'où s'étendent les zones dans lesquelles la nappe est à un niveau élevé. Il faut ainsi une dispersion de 1:50 000 ou des cartes topographiques à plus petite échelle pour localiser la source des cours d'eau pérennes et les nappes d'eau peu profondes si les données d'autres provenances n'indiquent pas assez précisément la profondeur de la nappe pour permettre la cartographie des eaux souterraines. Sur les cartes topographiques, les cours d'eau pérennes sont souvent représentés par des lignes continues par opposition aux pointillés qui signalent les cours d'eau intermittents. Une autre convention couramment employée en cartographie consiste à inscrire le nom des cours d'eau pérennes en majuscules.

Les informations cruciales sur les ressources en eaux souterraines qui sont indispensables à l'évaluation des opportunités de GEA pour les petits exploitants agricoles sont la profondeur de la nappe phréatique et l'apport en eau relatif. Ici, les puits à faible rendement sont ceux dont le débit en continu ne suffit pas à irriguer une superficie de 0,1 hectare (ha) pendant les périodes où la demande est maximale (ex.: moins d'environ 0,1 litre par seconde [litre/s]). Les puits à fort rendement sont ceux dont le débit équivaut au moins à dix fois le débit en continu (ex.: plus d'un litre par seconde et suffisant pour irriguer une superficie d'au moins un hectare). D'autres paramètres importants sont: la fluctuation saisonnière de la profondeur de la nappe phréatique, l'épaisseur saturée ou la profondeur jusqu'à la barrière rocheuse, le matériel constitutif ou les caractéristiques de l'aquifère et l'état du terrain de couverture. La fluctuation saisonnière de la profondeur de la nappe donne des indications sur la fiabilité des eaux souterraines peu profondes et sur leur potentiel pour irriguer de petites parcelles. L'épaisseur saturée ou la profondeur jusqu'à la barrière rocheuse et le matériel constitutif ou les caractéristiques de l'aquifère (transmissivité, réserves spécifiques, taille et classification des particules, etc.) donnent une idée du rendement et de la hauteur de rabattement du puits. Les informations sur la géologie de surface ou la nature du terrain de couverture, ex.: type de sol, présence de cailloux ou pierres et existence et épaisseur de couches dures (par exemple, du régolithe) donnent des indications sur les possibilités de forage ou de creusement de puits.

Il arrive souvent que ces données ne soient pas disponibles, en particulier pour les eaux souterraines peu profondes accessibles aux petits exploitants agricoles, ou qu'elles se limitent à des études dont la portée géographique ne convient pas pour une évaluation régionale. Les informations liées aux sources et programmes d'eau potable (ex.: provenant des programmes sur l'eau, l'assainissement et la santé, des systèmes municipaux et ruraux d'alimentation en eau, etc.) peuvent fournir de précieux indices et il est possible de déduire des informations pertinentes sur les eaux souterraines (ex.: caractéristiques du terrain de couverture et de l'aquifère) des cartes des sols et de la géologie de surface. Les puits municipaux sont généralement beaucoup plus profonds que les eaux souterraines peu profondes auxquelles les petits exploitants agricoles peuvent facilement accéder. Les données sur les puits municipaux peuvent toutefois fournir des informations utiles sur les eaux souterraines, ex.: les caractéristiques des terrains de couverture et des aquifères, les tendances des niveaux

d'eau, etc. En Ethiopie, par exemple, une grande partie des informations disponibles sur les eaux souterraines proviennent de données relatives aux puits municipaux. Il est possible d'obtenir de bonnes estimations de la profondeur des eaux souterraines peu profondes grâce à une analyse SIG en utilisant un MAN, l'emplacement des masses d'eau pérennes et les données climatiques, comme le montre l'annexe 1. La cartographie de la profondeur des eaux souterraines résultant de ce processus peut alors servir à restreindre la portée géographique de l'évaluation aux zones propices et des informations supplémentaires sur les eaux souterraines peuvent être recueillies pendant la phase 2, soit la collecte des données sur le terrain.

Idéalement, cette information est cartographiée grâce à un SIG, ce qui permet de visualiser et d'analyser le chevauchement de ces caractéristiques. Les sources d'information sont des cartes, rapports et études, ainsi que des bases de données. Puisque l'objectif est de trouver des zones géographiques où les quatre critères se chevauchent, la plupart des données doivent se présenter sous la forme de cartes ou en format SIG, ou encore sous forme de tableaux avec des attributs de position de points permettant de les cartographier avec un SIG.

Tout au long du processus, l'équipe doit continuellement passer en revue les données recueillies jusqu'alors, afin de pouvoir repérer les zones à fort potentiel pour des études approfondies et de mettre l'accent sur les quatre critères clés. Cet examen mettra aussi en évidence les lacunes dans les données.

Résultats de la phase 1

Le principal résultat de la phase 1 est une description écrite des zones sélectionnées pour être examinées plus en détail au cours de la phase 2, avec une explication des raisons pour lesquelles ces zones ont été choisies pour une collecte sur le terrain des données détaillées.

D'autres résultats suggérés pourraient être:

1. Une carte nationale faisant ressortir les zones à examiner en détail au cours de la phase 2, ainsi que des données/informations sur les quatre critères clés (pauvreté, population, ressources en eau et moyens de subsistance dépendant de l'agriculture) pour chaque zone sélectionnée.
2. Une brève description des zones jugées prometteuses mais non sélectionnées pour la collecte des données détaillées, avec les raisons pour lesquelles ces zones n'ont pas été choisies (à garder en réserve au cas où elle pourrait être utile ultérieurement).

L'encadré 1 offre un exemple d'application de la phase 1 de la méthodologie d'évaluation des ressources en eau au Ghana.

Encadré 1. Collecte des données de la phase 1 – un exemple du Ghana

Le projet AgWater Solutions a associé des données et informations secondaires et des techniques de cartographie participative par SIG au Ghana, au Burkina Faso, en Ethiopie, en Tanzanie, en Zambie et dans deux états indiens (Madhya Pradesh et Bengale occidental). Le projet a produit des cartes de domaines favorables pour des solutions de GEA spécifiques, dont il a été estimé qu'ils présentaient de bonnes possibilités d'amélioration des vies des petits exploitants agricoles. Dans d'autres pays où ces premières étapes de cartographie et d'analyse n'ont pas encore été effectuées, il serait utile de créer des cartes générales superposant les données/informations sur les quatre critères clés, afin de mettre en évidence les zones où ces conditions prédominent. Les zones où ces conditions coexistent seront les plus propices pour l'application de technologies productives d'accès et d'application de l'eau en vue d'améliorer la petite production agricole.

L'équipe d'évaluation des ressources en eau a rassemblé des données et informations provenant de diverses sources au Ghana, dont la Commission des ressources en eau (WRC), l'Autorité de développement de l'irrigation du Ghana (GIDA), le ministère de l'alimentation et de l'agriculture (MoFA), l'Université de Legon et des organisations travaillant dans le développement agricole et la recherche sur l'eau (dont l'Institut international de gestion des ressources en eau [IWMI] et les membres de l'équipe du projet AgWater Solutions).

L'équipe a examiné et analysé les informations au fur et à mesure de leur collecte, en affinant continuellement la représentation globale du pays sous l'angle de la pauvreté (annexe 2, figure A2.1, figure A2.2), de la densité de la population (annexe 2, figure A2.3), des moyens de subsistance (annexe 2, figure A2.4) et des ressources en eau. Les régions et districts dont il a été observé qu'elles avaient des densités de population relativement élevées sont les suivants: le Grand Accra, la région Centrale, le Haut Ghana oriental, la ville de Tamale dans la région du Nord et la ville de Kumasi dans la région d'Ashanti (annexe 2, figure A2.5).

L'équipe, à l'examen de ces zones, a décidé de ne pas axer son action sur la région Centrale parce que la pauvreté est beaucoup plus importante dans le Haut Ghana oriental: en effet, dans cette dernière région, environ 89 pour cent de la population est pauvre et approximativement 82 pour cent est extrêmement pauvre; dans la région Centrale, 48 pour cent de la population est pauvre et 32 pour cent est extrêmement pauvre (Canagarajah et Pörtner, 2003).

L'équipe a également constaté que les taux de pauvreté étaient relativement faibles (38 pour cent) dans la région de la Volta. Toutefois, en discutant avec les responsables gouvernementaux et les chercheurs, l'équipe d'évaluation a appris que de nombreux agriculteurs du district de Keta dans la région de la Volta utilisent les eaux souterraines pour irriguer des cultures de légumes à forte valeur ajoutée, qu'ils vendent dans le marché d'Accra. Elle a alors décidé d'inclure ce district dans le processus d'évaluation pour en apprendre davantage sur l'agriculture irriguée dans la région.

L'équipe a produit une première carte (annexe 2, figure A2.5) montrant les trois zones géographiques distinctes des régions sélectionnées au moyen de l'exercice initial de définition de la portée de l'évaluation: le Haut Ghana oriental (avec Tamale dans la région du Nord), la zone de Kumasi dans la région d'Ashanti et la zone de Keta dans la région de la Volta.

L'équipe a alors rassemblé des informations supplémentaires sur ces régions pour ce qui est des ressources en eau, des sols et de l'agriculture afin de sélectionner une zone pour la collecte des données détaillées sur le terrain (voir l'annexe 3 pour les exemples du Ghana). Les informations comparatives concernant les trois zones sont proposées ci-après:

(Suite page suivante)

Encadré 1. Collecte des données de la phase 1 – un exemple du Ghana (suite)

1. La région du Haut Ghana oriental, située dans le bassin de la Volta, se caractérise par des savanes/zones boisées, des précipitations annuelles de 1 000 mm, de bonnes terres et un accès facile à l'eau, mais les agriculteurs ne disposent pas de technologies productives pour l'accès à l'eau et son application. Par suite, ils produisent essentiellement des cultures de base pluviales à faible valeur ajoutée et sont tributaires des précipitations. La région est située dans la ceinture agroécologique de la savane soudanaise et connaît des conditions climatiques semi-arides. C'est un terrain sec de prairies de savane, avec un climat fortement tropical et saisonnier (les précipitations annuelles varient entre 700 et 1 200 mm et plus de 60 pour cent des pluies tombent entre juillet et septembre). A la saison sèche, et plus particulièrement en février, les taux d'évapotranspiration potentielle sont très élevés (environ 10 mm/jour) à cause des températures élevées, d'une faible humidité et de vents forts. Pour cette raison, les besoins en eau pour l'agriculture sont élevés (plus de 8 mm/jour) pendant la saison sèche.
2. La zone de Kumasi de la région d'Ashanti est une zone de forêt semi-équatoriale où la densité démographique est élevée, les sols sont sableux et les eaux souterraines et de surface sont facilement accessibles toute l'année. Les agriculteurs de cette zone peuvent facilement accéder à d'importants marchés d'intrants et de produits agricoles à Kumasi; il y existe une importante agriculture périurbaine et les taux de pauvreté chez les agriculteurs y sont plus faibles que dans le Haut Ghana oriental. Les contraintes à la production, dans la zone de Kumasi, sont la main d'œuvre pour l'irrigation, les maladies des cultures, les problèmes possibles d'occupation des terres, les pénuries de semences et le coût élevé des intrants.
3. La zone de Keta, dans la région de la Volta, présente de vastes plaines basses et la zone du delta de la Volta est couverte de prairies côtières et de mangroves établies sur des sols sableux. Cette zone bénéficie d'un climat excellent pour la production de légumes, de niveaux d'eau très peu profonds et d'un accès facile aux marchés d'Accra. Les agriculteurs de cette zone ont déjà mis en place une économie agricole irriguée qui utilise diverses technologies d'accès à l'eau et d'application (ex.: des puits rapprochés utilisés pour l'irrigation par seaux, des pompes électriques et des flexibles/des asperseurs à impact). Leur production et leurs rendements sont donc satisfaisants, la diversité des produits agricoles est élevée et les taux de pauvreté sont bien plus faibles que dans le Haut Ghana oriental. La surexploitation des ressources en eaux douces pourrait provoquer une intrusion d'eaux salées dans l'alimentation en eau d'irrigation.

En comparant les zones décrites ci-dessus, l'équipe a conclu qu'elles présentaient toutes les trois des possibilités d'amélioration de la production des petits agriculteurs. Toutefois, étant donné les taux élevés de pauvreté, la présence de bons sols et l'utilisation minimale des ressources en eau disponibles dans le Haut Ghana oriental, l'équipe a établi que c'était dans cette région (et plus généralement dans le nord du Ghana) que l'amélioration de l'accès aux ressources en eau avait le plus de chances de bénéficier de manière significative à la population relativement importante qui y vit. C'est ce qu'illustre la figure 3 qui compare ces trois zones ghanéennes en fonction de leur potentiel «non réalisé» d'augmentation des revenus des petites exploitations agricoles.

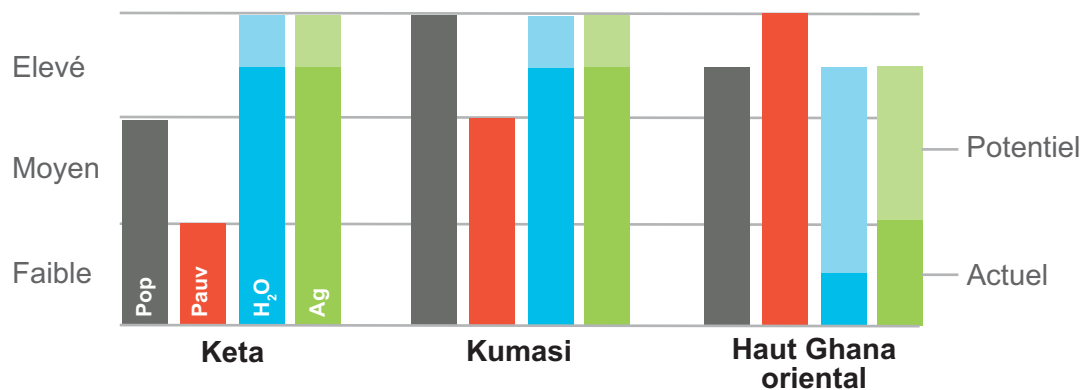
(Suite page suivante)

Encadré 1. Collecte des données de la phase 1 – un exemple du Ghana (suite)

Dans une grande partie du nord du Ghana, 30 à 40 pour cent des enfants (âgés de 0 à 5 ans) ont faim. Dans certaines zones du Haut Ghana oriental, il y a 10 à 25 enfants souffrant d'insuffisance pondérale (âgés de 0 à 5 ans) par kilomètre carré et un taux de mortalité infantile de 75 à 100 par 1 000 naissances vivantes. La densité globale de la population rurale dans cette région est de 100 à 250 personnes par kilomètre carré.

L'équipe a alors mis en place une base de données SIG pour le nord du Ghana et commencé à cartographier le réseau des cours d'eau et la profondeur des eaux souterraines; elle s'est aussi mise à recueillir davantage d'informations détaillées en préparation de la phase 2, la collecte de données détaillées sur le terrain au nord du Ghana.

FIGURE 3. Comparaison rapide des trois zones prometteuses du Ghana fondée sur les quatre critères clés de la densité de la population, de la pauvreté, des ressources en eau et des moyens de subsistance agricoles (productivité et revenus). Noter que les trois zones présentaient des possibilités intéressantes pour l'accès à l'eau et la productivité/les revenus agricoles, mais que l'équipe a conclu que le Haut Ghana oriental détenait le potentiel *non réalisé* le plus important, du fait de son niveau plus élevé de pauvreté et de ses ressources en eau sous-utilisées.



Phase 2: Evaluation détaillée sur le terrain

Mention de source: Stuart Taylor

PHASE 2: ÉVALUATION DÉTAILLÉE SUR LE TERRAIN POUR DÉFINIR LES SOLUTIONS DE GEA APPROPRIÉES DANS LES ZONES À FORT POTENTIEL

Au cours de la seconde phase de l'évaluation des ressources en eau, l'équipe visite les zones géographiques repérées dans la première phase pour remplir les deux objectifs clés qui suivent:

1. **Vérifier les quatre critères clés** (ressources en eaux de surface et/ou eaux souterraines, densité élevée de population, taux élevés de pauvreté et moyens de subsistance dépendant de l'agriculture) et recueillir des données et informations à petite échelle qui seront incorporées au SIG pour ajouter des détails et améliorer la résolution.

L'équipe doit visiter les sources d'eau susceptibles d'être accessibles qui ont été repérées durant la première phase de l'évaluation générale, afin de confirmer qu'elles conviennent bien pour l'utilisation des petits exploitants agricoles (ex.: zones où des eaux souterraines peu profondes sont disponibles, eaux de surface accessibles et/

ou barrages). A cette étape, l'équipe cherche aussi à saisir la perception qu'ont les agriculteurs de leurs droits et habilitations formels et informels d'accès aux ressources en terres et en eaux et d'utilisation de ces ressources. Cela devrait comprendre des discussions avec les agricultrices pour comprendre la perception qu'elles ont des aspects sexospécifiques de leurs droits et habilitations. Ces discussions permettront à l'équipe de chercher à comprendre si et comment l'utilisation de l'eau par des fermiers individuels ou groupes d'agriculteurs peut avoir des répercussions sur d'autres personnes ou groupes.

2. **Recueillir des données supplémentaires pour la conception du programme:** Pour les zones où la reconnaissance visuelle sur le terrain confirme la présence des quatre critères clés et où les eaux souterraines et/ou de surface sont accessibles à l'utilisation des petits exploitants agricoles, l'équipe recueille alors des données et informations supplémentaires sur le terrain pour permettre la conception d'interventions de GEA appropriées et efficaces. L'annexe 4 offre un aperçu du type d'informations à collecter, des raisons justifiant cette collecte d'informations et des sources types auprès desquelles les recueillir.

Les paragraphes qui suivent proposent des recommandations à prendre en considération tout au long de l'évaluation détaillée sur le terrain.

Recommandation: S'appuyer sur les savoirs locaux

Etant donné le manque général de données à haute résolution concernant de nombreux paramètres, les connaissances locales et particulières du milieu constituent une source vitale d'informations sur les ressources en eau et les moyens de subsistance. Pendant cette phase du processus d'évaluation, qui est une validation rapide, informelle et qualitative des conditions locales en matière de population, de pauvreté et de moyens de subsistance agricoles, il est crucial de parler avec des agriculteurs et agricultrices pour comprendre leurs perspectives, moyens de subsistance, utilisations de l'eau et difficultés.

Par exemple, si l'équipe d'évaluation voit un groupe de femmes qui marche avec des seaux d'eau, elle devrait leur parler pour se renseigner sur les sources d'eau qu'elles utilisent, le nombre de ménages utilisant cette source, la manière dont les femmes et les hommes utilisent l'eau, les distances entre leurs maisons et la source d'eau, le nombre de mois où l'eau est disponible à cette source, les problèmes rencontrés avec l'accès à l'eau, les autres sources d'eau possibles et les droits et habilitations régissant l'accès à l'eau et son utilisation par les femmes, les hommes et les différents groupes ethniques, etc. (voir l'encadré 2).

En outre, il est essentiel d'engager des techniciens de terrain locaux et/ou des agriculteurs qui parlent la langue locale et connaissent bien la zone, afin de trouver et de recenser les sources d'eau que sans eux les équipes d'évaluation externes manqueraient. Les techniciens de terrain et/ou les agriculteurs peuvent être engagés et formés à la collecte de données pendant l'évaluation rapide de terrain et continuer ensuite à recueillir les données nécessaires pour confirmer l'analyse rapide et détailler et améliorer la conception du programme.

Encadré 2. S'appuyer sur les savoirs locaux – un exemple du Ghana

Une grande partie des informations sur les ressources en eau locales provient d'informateurs locaux, que ce soit de manière formelle ou fortuite. Un exemple de collecte fortuite d'informations est la rencontre de l'équipe des ressources en eau pour le nord du Ghana, qui roulait à environ 7 km à l'ouest de Tamale (en direction de la Volta blanche), avec un groupe de femmes puisant de l'eau dans un puits creusé et peu profond (figure 4). L'équipe s'est arrêtée pour parler aux femmes et prendre des mesures sur le puits, qui ont indiqué que l'eau était à un mètre en dessous de la surface du sol, avec une conductivité électrique de 65 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (soit une salinité très faible), et que la profondeur du puits était de 3,1 m.

Les femmes ont dit que le niveau d'eau était élevé à cause des pluies récentes, ce qui expliquait aussi la faible salinité. Elles estimaient que le puits serait à sec deux mois plus tard (à la fin de janvier ou au début de février) et qu'elles devraient alors se procurer de l'eau dans un réservoir situé «à proximité» (à environ un kilomètre). Elles ont aussi précisé qu'il y avait d'autres puits comme celui-ci dans le voisinage et encore beaucoup d'autres le long de la route mais qu'ils seraient tous «finis» (à sec) deux mois plus tard. Ces puits ont été creusés jusqu'au niveau de la couche dure de latérite, parce qu'il est trop difficile de creuser plus profond et qu'il y a peu d'eau sous la couche dure. Les femmes ne connaissaient personne pratiquant l'irrigation à partir de puits.

Cette rencontre a permis à l'équipe d'apprendre que cette zone présentait peu de possibilités de valorisation des eaux souterraines peu profondes, que la perméabilité des sols était très faible, qu'il ne semblait pas y avoir d'importantes couches de sol aquifères dans les 30 m en dessous de la surface du sol et qu'il était difficile de creuser à travers la couche de latérite. Il apparaît d'autre part que la nappe s'abaisse d'environ un mètre par mois une fois que la saison des pluies est terminée.

FIGURE 4. Femmes puisant de l'eau dans un puits creusé près de Tamale au nord du Ghana



Photo: Elizabeth Weight

Recommandation: Mettre l'accent sur l'analyse rapide et l'ajustement

Il est important, pendant l'étude initiale sur le terrain, d'analyser les données aussi vite que possible, de manière à ce que l'équipe puisse rapidement faire les ajustements nécessaires sur l'évaluation pendant qu'elle est encore sur le terrain. Les données de terrain recueillies dans la journée devraient être analysées et cartographiées pendant la soirée et il faudrait que l'équipe en discute et les interprète avant de poursuivre son travail de terrain le jour suivant.

Par exemple, les données sur la hauteur de rabattement d'un puits collectées pendant la journée devraient être traitées le soir pour déterminer l'apport en eaux souterraines (voir la section *Estimer l'apport potentiel en eau d'un puits*). Si cette analyse révèle que l'apport en eaux souterraines est trop faible pour irriguer une superficie suffisamment grande pour être économiquement viable pour l'agriculteur, l'équipe peut choisir de modifier l'itinéraire de sa mission de terrain pour visiter des zones qui pourraient être plus favorables à une production agricole irriguée (ex.: des sols et une géologie différents, des eaux souterraines moins profondes).

Recommandation: Utiliser les outils SIG

L'évaluation des ressources en eau et la sélection de solutions appropriées de GEA pour les petits exploitants agricoles sont essentiellement des exercices de cartographie qui conviennent bien à l'analyse SIG. Le processus analytique global consiste à décrire et cartographier les principales typologies des ressources en eau dans la zone étudiée et ensuite à proposer des combinaisons appropriées de technologies d'élévation de l'eau (pompes) et de méthodes d'application de l'irrigation, comme indiqué dans l'annexe 5.

Collecte des données au cours de la phase 2***Estimer les ressources en eaux souterraines***

Parce qu'elles sont presque partout présentes et relativement accessibles, les eaux souterraines peu profondes sont la source d'eau la plus courante et la plus importante pour les petits exploitants agricoles. Toutefois, ce sont aussi en général les ressources en eau sur lesquelles il existe le moins d'informations. Par conséquent, à l'étape de reconnaissance de l'évaluation, l'équipe devra utiliser des modèles d'inférence et des analyses pour extrapoler et cartographier les caractéristiques et typologies des eaux souterraines. Les paramètres clés pour définir les typologies des eaux souterraines sont la profondeur jusqu'à la nappe d'eau souterraine et l'apport en eau possible des puits pénétrant la nappe. Les sections qui suivent décrivent ces techniques plus en détail.

Cartographier la profondeur des eaux souterraines

L'analyse la plus importante d'une évaluation des ressources en eau est la cartographie de la profondeur des eaux souterraines (voir l'annexe 1 pour davantage de détails). Cela est important non seulement pour définir les typologies des eaux souterraines, mais aussi pour comprendre les typologies des eaux de surface. Par exemple, une nappe d'eaux souterraines cartographiée à moins d'un mètre de la surface du sol indique généralement qu'il s'agit de zones plates, mal drainées et saturées de façon saisonnière, de vallées intérieures et de bas-fonds. En superposant ces zones à haute nappe phréatique et les cartes des sols dans le SIG, il devient possible d'évaluer le potentiel d'une zone pour la GEA. Si les sols indiquent des conditions d'inondation chronique, l'agriculture irriguée se limitera vraisemblablement à la production de riz. Si les sols sont sableux, des puits simples avec des pompes à pédales uniquement aspirantes pourraient convenir pour une agriculture irriguée de saison sèche. Si les

sols des zones à haute nappe phréatique sont constitués d'argile lourde, les puits ne serviront sans doute pas à grand chose, mais des pompes à moteur prélevant l'eau dans les cours d'eau pérennes associés à la nappe pour alimenter les bas-fonds fertiles pourraient être très efficaces.

Estimer l'apport potentiel en eau d'un puits

Une fois la profondeur des eaux souterraines cartographiée, il faut estimer l'apport potentiel en eau des puits de manière à pouvoir déterminer les technologies de pompage et d'irrigation convenant pour la ressource considérée. L'apport en eau d'un puits est le débit qui peut être pompé de manière continue sans abaisser le niveau d'eau du puits en dessous de l'entrée de la pompe. Des estimations de l'apport d'eau relatif suffisent pour l'évaluation, ex.: apport faible (moins de ~0,1 litre/s), apport élevé (plus de ~1 litre/s) et apport moyen (entre faible et élevé). L'apport en eau d'un puits peut être approximativement déduit des données de la télédétection (ex.: analyse des pentes et de la topographie, géologie de surface et cartes et données sur les sols) mais à moins qu'il existe des données sur des puits réels installés tout près de la zone d'intérêt, les méthodes de télédétection ne produiront que des approximations grossières. Pour améliorer les estimations de l'apport en eaux souterraines, l'équipe devra tester la hauteur de rabattement de quelques puits dans la zone d'intérêt pendant la phase 2 du travail sur le terrain.

Pour tester la hauteur de rabattement d'un puits, il faut pomper l'eau de ce puits à un débit donné et mesurer l'abaissement de la hauteur de la surface de l'eau pendant le pompage. Lorsque le niveau de l'eau cesse de descendre ou que toute l'eau a été pompée, le pompage est arrêté et l'élévation du niveau de la nappe est mesurée au fur et à mesure que le puits se remplit. En mesurant le diamètre du puits et l'abaissement ou l'élévation de la hauteur de la surface de l'eau, il est possible de calculer la variation de la quantité d'eau stockée dans le puits. En divisant cette variation du stockage par l'intervalle de temps entre les mesures, on calcule le taux de variation du stockage. Et en soustrayant ce taux de variation du stockage du débit de la pompe, on obtient le taux de recharge des eaux souterraines. Pendant le remplissage, le taux de variation du stockage est égal au taux de recharge des eaux souterraines. Il est alors possible de déterminer l'apport quotidien en eau à partir du taux de recharge des eaux souterraines et des dimensions du puits. Si les capacités de stockage du puits sont importantes, comme c'est le cas avec les puits creusés dont le diamètre est d'un mètre ou plus, le taux de pompage peut être beaucoup plus élevé que le taux de recharge à condition que le puits se remplisse aux intervalles entre les pompages. Lorsque les capacités de stockage des puits sont limitées, comme par exemple pour les puits forés manuellement de petit diamètre (ex.: 5 cm), le débit de la pompe se limite au taux de recharge des eaux souterraines. La durée des tests sur la hauteur de rabattement varie, mais en général il faut moins d'une demi-journée pour le niveau de précision nécessaire à une évaluation rapide. Les tests effectués sur les puits creusés de 1 à 1,5 m de diamètre prennent environ trois heures si la pompe utilisée est à faible débit (ex.: une pompe à pédales à moins de 1 litre/s) et qu'il s'agit d'un puits à faible apport d'eau. Si le puits a un apport d'eau élevé, il n'y aura pas de rabattement mesurable avec une pompe dont le débit est de 1 litre/s et on peut rapidement déterminer (après moins d'une heure de tests) que l'apport en eau du puits est égal au débit de la pompe ou plus important.

Calculer les besoins en eau

Il est crucial de connaître les besoins en eau des cultures irriguées pour effectuer les bilans hydriques, déterminer les technologies d'irrigation appropriées, concevoir les systèmes d'irrigation et évaluer la faisabilité technique et la validité économique de l'agriculture irriguée pour qu'elle bénéficie aux petits exploitants agricoles. Les besoins en eau d'irrigation des cultures sont calculés en opérant la différence entre la consommation d'eau (évapotranspiration) des

cultures et les pluies efficaces. En général, les données climatiques locales sont utilisées dans des fonctions mathématiques pour estimer l'évapotranspiration d'une culture de référence irriguée par de l'eau de puits. Les coefficients cultureux propres à la culture considérée, ajustés pour correspondre aux dates appropriées de plantation, de croissance et de récolte, sont alors appliqués pour relier l'utilisation d'eau de la culture de référence à la culture considérée (Allen *et al.*, 1998 ou des études semblables). Pour l'étape de reconnaissance de l'évaluation, les besoins en eau de pointe quotidiens et les estimations mensuelles de l'évapotranspiration sont généralement suffisants. Il existe des outils analytiques pour calculer l'évapotranspiration et les besoins en eau d'irrigation des cultures (ex.: la base de données ClimWat et l'outil d'aide à la décision CropWat de la FAO), ainsi que des ensembles de données mondiales SIG offrant des produits et paramètres climatiques maillés (ex.: l'atlas mondial de l'IWMI sur l'eau et le climat).

Analyser le bilan hydrique

Dans les zones où l'équipe d'évaluation confirme la présence des quatre critères clés et l'existence d'un potentiel non réalisé de développement des ressources en eau et de la productivité agricole, il est important d'analyser les limites du captage durable d'eau pour la production agricole irriguée. La méthode du bilan hydrique estime ces limites en intégrant les données liées aux précipitations, au stockage de l'eau, aux taux de recharge et aux interactions entre eaux souterraines peu profondes et eaux de surface. Une telle analyse est cruciale pour l'aspect de protection de la ressource de l'évaluation, qu'il s'agisse d'eaux de surface ou d'eaux souterraines.

Le bilan hydrique est un cadre comptable qui met en balance les apports d'eau (ex.: les précipitations) et les consommations (ex.: l'évapotranspiration) sur une durée donnée, en général une année. Si la consommation dépasse les apports, la différence est fournie par les réserves (ex.: humidité du sol et eaux souterraines). Dans des conditions naturelles, la consommation est égale ou inférieure aux apports et le solde des apports part en ruissellement. En agriculture irriguée, l'évapotranspiration saisonnière des cultures dépasse généralement les pluies efficaces, ce qui se traduit par une réduction des eaux stockées. Une situation non durable apparaît si la réduction des eaux stockées dépasse de manière continue le taux de recharge annuel. Des problèmes saisonniers peuvent aussi survenir si les prélèvements d'eau sur les eaux stockées provoquent un abaissement des niveaux d'eau en dessous des possibilités d'accès physique ou entraînent des conflits entre les usagers de l'eau, selon leur situation dans le bassin versant.

Pour effectuer un bilan hydrique, il faut disposer des données suivantes:

- Les mesures, pour un éventail de puits, de la profondeur entre la surface et l'eau, de la profondeur du puits, du diamètre du puits et de la capacité d'élévation de l'eau de la technologie d'irrigation particulière utilisée (ex.: nombre de litres par seau).
- Les tests sur le rabattement de l'eau et les taux de recharge dans les puits sélectionnés.
- Les mesures de la salinité de l'eau.
- Les mesures de la taille des parcelles des agriculteurs.
- Le temps qu'il faut aux agriculteurs pour arroser leurs parcelles.
- La position, selon le système mondial de localisation (GPS), des puits, des différents types de technologies d'irrigation, des cours d'eau et d'autres paramètres déterminants.
- La densité maximale potentielle des puits peu profonds sans interférence.
- La compréhension des caractéristiques hydrologiques locales.

Elaborer des recommandations pour la conception des interventions

Cette section présente quelques paramètres décisionnels déterminants visant à faciliter l'utilisation des données et informations recueillies au cours de l'évaluation sur le terrain afin que les programmes conçus bénéficient aux agriculteurs et agricultrices pauvres.

Grâce au processus de collecte des informations et données, l'équipe d'évaluation peut analyser en continu les opportunités qui pourraient permettre aux petits exploitants agricoles d'améliorer leur production agricole. En général, les possibilités d'évolution les plus intéressantes associent les opportunités liées aux cultures avec celles portant sur l'accès à l'eau:

1. Les opportunités de tirer parti des avantages propres à la production agricole à petite échelle, par exemple en choisissant des cultures exigeant plus d'entretien et par conséquent plus difficiles à cultiver à grande échelle, comme les légumes irrigués.
2. Les opportunités d'améliorer l'accès des petits exploitants agricoles aux ressources en eaux disponibles et leur utilisation de ces ressources, en particulier lorsque l'analyse a mis en évidence des zones présentant un important potentiel non réalisé.

Pour chaque opportunité définie, il peut être utile d'élaborer des scénarios permettant d'évaluer les répercussions positives ou négatives anticipées sur les revenus, les ressources en eau, la dynamique des rapports entre hommes et femmes et des autres rapports sociaux, l'évolution des marchés, etc., en se fondant sur l'élargissement de l'intervention aux zones géographiques possiblement concernées selon les repérages des cartes SIG. L'élaboration de scénarios peut contribuer à garantir que la conception du programme aborde et surveille les répercussions qui pourraient être négatives.

Après la première évaluation rapide et l'élaboration de scénarios décrites ci-dessus, l'équipe d'évaluation devra recueillir des données supplémentaires dans les zones définies à fort potentiel pour confirmer leur sélection et fournir les détails additionnels nécessaires pour l'élaboration de scénarios et la conception du programme. Par exemple, après l'évaluation rapide, il faudra contrôler les ressources en eau à différents moments de l'année pour observer les fluctuations saisonnières (ex.: la profondeur de l'eau dans les puits) pour confirmer la disponibilité des ressources en eau qui doivent être utilisées par les agriculteurs. En outre, il peut être utile de recueillir des données détaillées sur les divers paramètres d'intérêt (ex.: cultures, modes de subsistance, ravageurs et maladies, répartition de la main d'œuvre entre hommes et femmes et systèmes de cultures) pour étayer la conception du programme. Les techniciens de terrain locaux et/ou les agriculteurs qui ont participé à la première évaluation sur le terrain peuvent être formés à la collecte de ces données supplémentaires. Pour ce faire, il faut former les techniciens/agriculteurs à l'utilisation de GPS pour mesurer la profondeur de l'eau dans les puits et de formulaires formels d'enquête pour assurer la collecte organisée des données nécessaires et il faut aussi les équiper du matériel nécessaire.

Relier les technologies aux typologies des sources d'eau

Cette étape comprend la détermination des technologies d'élévation et d'application de l'eau les plus appropriées pour les petits exploitants agricoles, compte tenu des conditions propres aux sites concernés. Pour l'irrigation des petites parcelles, il est important d'adopter une «approche systémique» plutôt que de considérer les différentes technologies envisagées comme des sous-systèmes non apparentés. Un système d'irrigation comprend:

- une source d'eau/alimentation en eau;
- un dispositif d'élévation/de pressurisation de l'eau (pompe);
- un moyen d'acheminer l'eau de la source à la parcelle (transport); et
- un moyen d'appliquer l'eau au sol, d'où les racines des plantes pourront l'extraire (méthode d'application de l'irrigation).

Cette section classe la validité des diverses technologies d'élévation de l'eau selon la typologie des sources d'eau et la méthode d'application de l'irrigation. Le tableau 2 décrit neuf types de sources d'eau: quatre utilisant des eaux souterraines, trois des cours d'eau et deux des réservoirs. L'annexe 5 donne davantage de détails sur ces typologies.

TABLEAU 2. Typologies des sources d'eau pour le classement de la validité de l'accès à l'eau et de l'irrigation pour les petits exploitants agricoles

Typologie	Source	Description
1	Eaux souterraines	Puits très peu profond ^c à faible apport en eau ^a
2	Eaux souterraines	Puits très peu profond ^c à fort apport en eau ^b
3	Eaux souterraines	Puits «plus profond» ^d (en dessous de la profondeur d'aspiration) à faible apport en eau ^a
4	Eaux souterraines	Puits «plus profond» ^d (en dessous de la profondeur d'aspiration) à fort apport en eau ^b
5	Cours d'eau	Cours d'eau pérennes avec berges bien définies
6	Cours d'eau	Cours d'eau saisonniers/éphémères
7	Cours d'eau	Zones plates, mal drainées, saturées de façon saisonnière/vallées intérieures/bas-fonds
8	Réservoir	Réservoirs avec dispositifs de décharge opérationnels
9	Réservoir	Réservoirs sans dispositifs de décharge opérationnels

Mention de source: Andrew Keller

Remarques: ^a Faible apport en eau – débit soutenu de moins de ~0,1 litre/s pendant la saison sèche

^b Fort apport en eau – débit soutenu de plus de ~1 litre/s pendant la saison sèche

^c Très peu profond – niveau d'eau dans les limites de la hauteur d'aspiration (~8 m) à la fin de la saison sèche

^d En dessous de la profondeur d'aspiration – niveau d'eau au delà des limites de la hauteur d'aspiration à la fin de la saison sèche

Le tableau 3 propose des scores de validité pour divers groupes de types de pompes et de méthodes d'application de l'irrigation et pour les neuf typologies de sources d'eau détaillées dans le tableau 2. Les méthodes d'application de l'irrigation citées dans le tableau 3 sont l'irrigation de surface conventionnelle, l'irrigation par sillon sous conduite/par bassin sous conduite, l'irrigation goutte-à-goutte, l'irrigation par aspersion, l'irrigation par tuyaux et seaux portés manuellement. Les scores n'ont été attribués qu'aux méthodes d'application de l'irrigation qui peuvent être associées à un type particulier de pompe et à une typologie particulière de source d'eau. Ces scores de validité vont de «3» pour une validité élevée à «1» pour une validité faible et «0» pour les combinaisons non valides ou non applicables. Par exemple, les pompes à pédales uniquement aspirantes conviennent bien pour l'irrigation par sillon/par bassin sous conduite conventionnelle utilisant des eaux souterraines très peu profondes à fort apport en eau. Toutefois, lorsqu'une pompe à pédales uniquement aspirante est employée pour pomper l'eau d'un cours d'eau, il faut généralement utiliser un long tuyau d'aspiration pour faire franchir la berge du cours d'eau à l'eau et l'amener au niveau élevé du champ. Les tuyaux d'aspiration sont coûteux (parce que chaque tuyau d'aspiration doit être rond et suffisamment rigide pour ne pas s'écarter sous l'effet de l'aspiration, ce qui veut dire qu'on ne peut pas utiliser de tuyaux plats bon marché) et difficiles à préserver des fuites (de petits trous dans la conduite de refoulement ne posent pas problème, mais il suffit d'un trou d'épingle dans la conduite d'aspiration pour la rendre inutilisable). C'est pourquoi les pompes à pédales uniquement aspirantes obtiennent un score de validité de zéro (inadaptées) pour les cours d'eau pérennes et saisonniers. Toutefois, les plaines d'inondation des grands cours d'eau pérennes (typologie 7, zones saturées de façon saisonnière) peuvent convenir à l'utilisation de ces pompes à pédales. Ces scores de validité se fondent sur l'expérience et le bon sens et sont quelque peu subjectifs. Les scores du tableau 3 ne devraient donc pas être considérés comme étant universellement applicables. L'aspect le plus important du tableau 3 n'est pas les scores indiqués, mais la méthodologie utilisée pour déterminer les systèmes d'irrigation les plus valides pour les petits exploitants agricoles dans diverses situations d'approvisionnement en eau.

TABLEAU 3. Validité des types de pompes utilisables par les petits exploitants agricoles selon la typologie des sources d'eau et la méthode d'irrigation*

Typologie (voir tableau 2)	Méthode d'application	Pompage manuel			Pompage motorisé			Pompage à énergie solaire		Autres
		Pompe à pédales uniquement aspirantes	Pompe à pédales à pression	Pompe à corde et à disque	Pompe à petit moteur (essence ou diesel)	Pompe électrique ^a	Puits foré partagé ^b avec pompe électrique ^a	Pompe solaire thermique ^c	Pompe photo- voltaïque et/ ou pompe à piles	
1 Puits très peu profond à faible apport en eau	Surface	1								
	Seaux			1						
	Tuyaux		2			1				
	Conduites	2		1				1	1	
	Aspersion		1			1				
	Goutte-à-goutte		3	2		1		3	3	
2 Puits très peu profond à fort apport en eau	Surface	3			2	2	2			
	Seaux			1						
	Tuyaux		3							
	Conduites	3		1	2	2	2	2	2	
	Aspersion		1		2	2	2			
	Goutte-à-goutte		3	1	2	3	2	3	3	
3 Puits plus profond à faible apport en eau	Surface									
	Seaux			2						
	Tuyaux									
	Conduites			1		1 ^d			1	
	Aspersion					1 ^d				
	Goutte-à-goutte			3		2 ^d			3	
4 Puits plus profond à fort apport en eau	Surface					2 ^d	2 ^d			
	Seaux			2						
	Tuyaux									
	Conduites			2		2 ^d	3 ^d		2	
	Aspersion					2 ^d	3 ^d			
	Goutte-à-goutte			3		3 ^d	3 ^d		3	

(Suite page suivante)

EAUX SOUTERRAINES

TABLEAU 3. Validité des types de pompes utilisables par les petits exploitants agricoles selon la typologie des sources d'eau et la méthode d'irrigation* (suite)

COURS D'EAU										
Typologie (voir tableau 2)	Méthode d'application	Pompage manuel			Pompage motorisé			Pompage à énergie solaire		Autres
		Pompe à pédales uniquement aspirantes	Pompe à pédales à pression	Pompe à corde et à disque	Pompe à petit moteur (essence ou diesel)	Pompe électrique ^a	Puits foré partagé ^b avec pompe électrique ^a	Pompe solaire thermique ^c	Pompe photo- voltaïque et/ ou pompe à piles	
5 Cours d'eau pérenne	Surface				3	e	e			Siphon
	Seaux									
	Tuyaux		1							
	Conduites				3					
	Aspersion		1		3					
	Goutte-à-goutte		1		2				1	
6 Cours d'eau saisonnier	Surface				3	e	e			
	Seaux									
	Tuyaux		1							
	Conduites				3					
	Aspersion		1		3					
	Goutte-à-goutte		1		2				1	
7 Zone saturée de façon saisonnnière	Surface	2			2	e	e			
	Seaux									
	Tuyaux		1							
	Conduites	2			3					
	Aspersion		1		2					
	Goutte-à-goutte		1		1				1	

(Suite page suivante)

TABLEAU 3. Validité des types de pompes utilisables par les petits exploitants agricoles selon la typologie des sources d'eau et la méthode d'irrigation* (suite)

Typologie (voir tableau 2)	Méthode d'application	Pompage manuel			Pompage motorisé			Pompage à énergie solaire		Autres
		Pompe à pédalles uniquement aspirantes	Pompe à pédalles à pression	Pompe à corde et à disque	Pompe à petit moteur (essence ou diesel)	Pompe électrique ^a	Puits foré partagé ^b avec pompe électrique ^a	Pompe solaire thermique ^c	Pompe photo- voltaïque et/ ou pompe à piles	
RÉSERVOIR	Réservoir avec décharge ⁸	Surface ^f			2	e	e			
		Seaux								
		Tuyaux ^f	3					1	1	
		Conduites	3		2					
		Aspersion	1		2					
		Goutte-à-goutte	3		1			2	2	
Réservoir sans décharge ⁹	Surface ^g				1	e	e			3
		Seaux								
		Tuyaux ^g	3							
		Conduites	2		1			1	1	2
		Aspersion		1	1					
		Goutte-à-goutte	3		1			2	2	

Mention de source—Conception: Stuart Taylor; Contenu: Elizabeth Weight et Andrew Keller

Remarques: ^a Electricité fournie par le réseau électrique

^b Puits partagé foré mécaniquement

^c Pompe avec stockage d'eau 1 à 2 m au-dessus de la surface du sol

^d Pompe électrique submersible

^e Les pompes électriques alimentées par le réseau électrique ne conviennent généralement pas pour les déviations des eaux de surface à faible coût, où les inondations saisonnières risquent d'atteindre l'emplacement de la pompe et les connexions électriques et de les endommager

^f Pompage à partir d'étangs artificiels alimentés par les dispositifs de décharge de réservoirs et les eaux souterraines peu profondes issues des réservoirs

^g Pompage à partir d'eaux souterraines issues des réservoirs

* Méthode d'application: «surface» – irrigation de surface conventionnelle; «seaux» – par seaux; «tuyaux» – par tuyaux; «conduites» – irrigation par sillon/par bassin sous conduites; «aspersion» – par aspersion; et «goutte-à-goutte» – irrigation goutte-à-goutte

3 validité élevée
2 validité faible
1 non valide ou non applicable

Résultats de la phase 2

Le principal résultat de la phase 2 est un ensemble de solutions de GEA recommandées et de considérations connexes qui seront utiles pour la conception du programme.

Parmi les autres résultats de la phase 2 figurent:

1. la vérification des quatre critères clés définis dans la phase 1;
2. une caractérisation générale des systèmes de petite agriculture employés par la population, y compris l'importance relative de l'agriculture dans ses stratégies de subsistance et la répartition des rôles entre agriculteurs et agricultrices dans la production et la commercialisation agricole;
3. une caractérisation des droits et habilitations des femmes et des hommes de différents groupes ethniques/castes à accéder aux ressources en terres et en eaux et à les utiliser pour la production agricole ;
4. une compréhension des difficultés (ex.: ravageurs et maladies, empiètement de l'élevage, problèmes liés aux marchés) auxquelles sont confrontés les agriculteurs et agricultrices à différents moments de l'année ;
5. les données collectées pour calculer le bilan des ressources hydriques afin d'analyser les limites du captage durable d'eau pour la production agricole irriguée.

L'encadré 3 résume un exemple de la collecte des données, de l'analyse et de la conception d'une intervention pour la phase 2, axé sur les zones du nord du Ghana sélectionnées grâce à l'analyse réalisée en phase 1. Comme le montre l'encadré 3, l'équipe d'évaluation a concentré son attention sur les zones sélectionnées du Ghana pour caractériser les systèmes de petite agriculture, comprendre l'utilisation des ressources en eau et les problèmes auxquels sont confrontés les petits agriculteurs, évaluer le bilan des ressources en eau et concevoir une intervention.

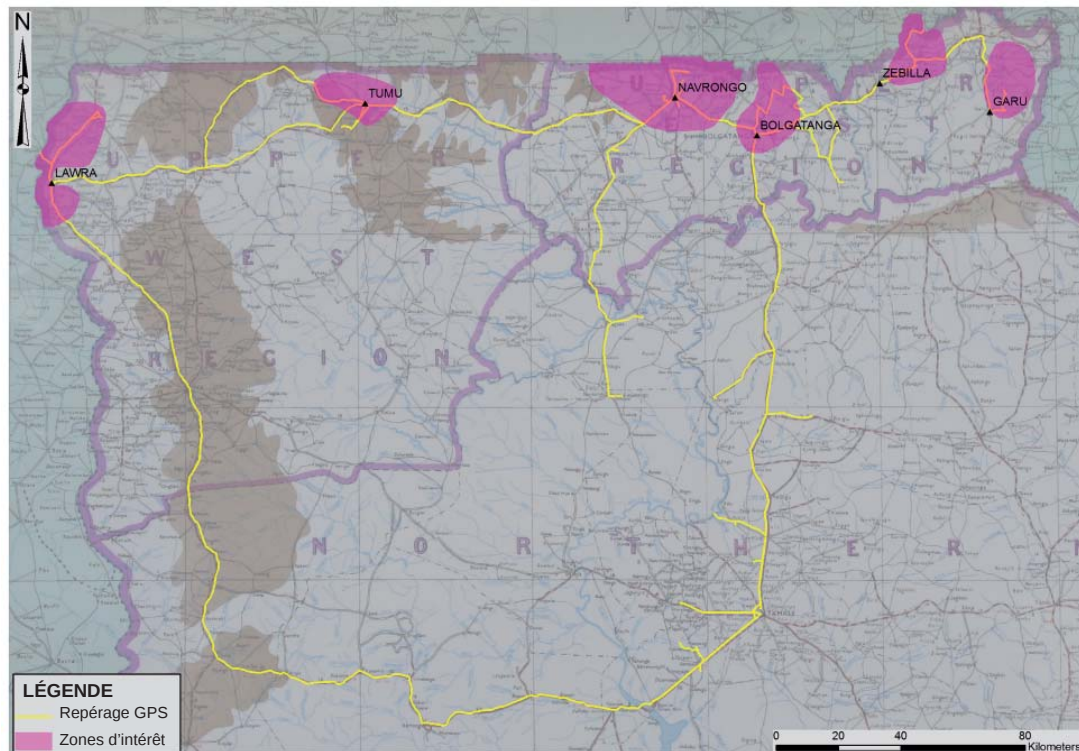
Encadré 3. Collecte des données de la phase 2 – un exemple du Ghana

VÉRIFICATION DES QUATRE CRITÈRES CLÉS DANS LE NORD DU GHANA

Une fois le nord du Ghana défini comme une région présentant un fort potentiel non réalisé pour la petite production agricole, l'équipe d'évaluation a visité la Région du Nord et le Haut Ghana oriental et occidental, des régions toutes situées dans le nord du pays. La reconnaissance visuelle sur le terrain a confirmé la conviction initiale que le nord du Ghana présente des ressources accessibles en eaux souterraines et de surface, une densité de population rurale relativement élevée, des taux élevés de pauvreté et des moyens de subsistance dépendant de l'agriculture.

La figure 5 montre le repérage GPS réalisé pour la phase 2 de l'évaluation. Parce que l'évaluation générale effectuée à la phase 1 a indiqué que le Haut Ghana oriental était la zone où la densité de population et le taux de pauvreté étaient les plus élevés, c'est cette région qui a reçu le plus d'attention au cours de la phase 2, comme en témoigne le repérage GPS. Néanmoins, comme le montre la figure 5, l'évaluation sur le terrain n'a pas pu couvrir très intensément les zones d'intérêt en raison du peu de temps disponible et de leur inaccessibilité par la route. L'équipe s'est divisée en deux groupes pour l'essentiel du travail sur le terrain afin de couvrir une plus grande superficie, recueillir davantage de données détaillées sur les ressources en eau et effectuer plus d'interviews.

FIGURE 5. Repérage GPS de la visite sur le terrain effectuée par l'équipe d'évaluation de la GEA au nord du Ghana en décembre 2010. La surbrillance indique les zones à fort potentiel pour la GEA. La zone en surbrillance située près de Zebilla, sur la frontière avec le Burkina Faso, est la zone de Sapeliga décrite dans les notes d'enquête du travail de terrain présenté dans l'encadré 4.



Mention de source: Ian Wilson (Keller-Bliesner Engineering)

(Suite page suivante)

Encadré 3. Collecte des données de la phase 2 – un exemple du Ghana (suite)

Caractérisation des systèmes de petite agriculture dans le nord du Ghana

Le travail de terrain détaillé effectué dans le nord du Ghana a révélé que la petite agriculture était largement caractérisée par la production de cultures de base pluviales (ex.: millet, sorgho) dans des sols pauvres, complétée par l'élevage de petits ruminants et de volaille et par la pêche. A plus petite échelle, l'équipe a constaté que les paramètres agricoles tels que les types de sols, la topographie, la géologie, l'accès à l'eau, etc., sont hétérogènes, ce qui a entraîné une diversité des activités de production agricole qui est une réaction d'adaptation aux conditions. En général, dans les zones où les ressources en eau sont très limitées, les agriculteurs pratiquent une agriculture uniquement pluviale et/ou limitent les superficies irriguées.

De nombreux agriculteurs utilisent des variétés locales de semences, dont la productivité est faible mais qui leur permettent de reproduire eux-mêmes leurs semences pour les futures cultures. Les migrations au sud du Ghana pour travailler pendant la saison sèche constituent une stratégie courante pour faire face au manque de débouchés dans l'agriculture. Les questions de régimes fonciers et d'accès aux terres sont complexes et variables. La plupart des agriculteurs ont déclaré qu'ils ne possédaient pas de terres mais n'ont pas semblé préoccupés par leurs droits à utiliser la terre ni par les questions d'accès à l'eau pour irriguer leurs parcelles. Dans certaines zones, les propriétaires fonciers ne cultivent la terre que pendant la saison des pluies pour produire des cultures de base et louent leurs terres (contre une rétribution ou une partie des récoltes) à d'autres agriculteurs pendant la saison sèche.

Comprendre l'utilisation des ressources en eau dans le nord du Ghana

Lorsque l'eau est accessible à un prix abordable dans le nord du Ghana, un petit pourcentage d'agriculteurs cultive à la saison sèche des cultures à forte valeur ajoutée, par exemple des piments et des tomates, et en tirent un revenu supplémentaire important. Le projet AgWater Solutions a estimé qu'environ 500 000 agriculteurs ghanéens produisent des cultures irriguées, essentiellement en utilisant des seaux (70 %) et des pompes motorisées (30 %) (Giordano *et al.*, 2012). Les femmes aussi bien que les hommes produisent ces cultures irriguées de saison sèche mais ce sont surtout les femmes qui sont responsables de la commercialisation des récoltes. Les agricultrices et agriculteurs ont déclaré qu'ils pouvaient vendre leurs produits agricoles soit dans les marchés locaux, soit à des négociants qui viennent jusqu'à l'exploitation acheter les légumes (souvent pour les revendre dans les centres urbains du sud du Ghana). Même si la rentabilité des cultures irriguées de légumes est élevée pour les petits exploitants agricoles, la production de ces cultures présente aussi des risques importants à cause des ravageurs, maladies, risques du marché, etc. Ces agriculteurs ont indiqué n'avoir reçu que très peu de formation ou d'aide sous une autre forme du gouvernement ou d'autres institutions; la plupart ont déclaré avoir entendu parler des technologies d'irrigation, de la production des cultures à forte valeur ajoutée, de la gestion de l'agriculture, etc., par des voisins ou d'autres membres de leurs familles.

Les agriculteurs qui peuvent accéder à l'eau pendant la saison sèche utilisent généralement trois types de ressources en eau: des cours d'eau, des aquifères ou des réservoirs. Les paragraphes qui suivent proposent une description de chacune de ces ressources ainsi qu'un bref descriptif des différents types de technologies d'accès à l'eau et de pratiques agricoles couramment employés avec chaque type de ressource en eau.

Cours d'eau. Lorsque les agriculteurs ont accès à des cours d'eau pérennes ou lits de rivières qui conservent de l'eau pendant la saison sèche, ils en pompent l'eau pour irriguer en utilisant des pompes à moteur qui ont été louées ou fournies par le MoFA. De nombreux agriculteurs ont déclaré préférer les pompes à essence plutôt qu'au diesel pour l'usage dans les lits de rivières et cela pour deux raisons. D'abord, parce qu'ils transportent les pompes jusqu'aux rivières, ils préfèrent les pompes à essence qui sont plus petites et portables aux pompes diesel qui sont plus grosses. Ensuite, certains agriculteurs pensent que parce que les pompes diesel plus grosses peuvent extraire

(Suite page suivante)

Encadré 3. Collecte des données de la phase 2 – un exemple du Ghana (suite)

de grandes quantités d'eau, les pompes à essence sont mieux adaptées aux lits des cours d'eau qui ne peuvent fournir que des quantités d'eau limitées. Par contre, d'autres agriculteurs ont indiqué préférer les pompes diesel pour extraire l'eau des grands cours d'eau et réservoirs parce qu'il n'est généralement pas nécessaire d'enlever la pompe de l'eau et que les quantités restreintes d'eau ne déterminaient pas le choix de la pompe. Sur le terrain, seuls des hommes possédaient et faisaient fonctionner les pompes diesel et à essence observées. En outre, les agriculteurs ont confirmé que l'agriculture dans les lits des cours d'eau exigeait qu'ils restent sur la parcelle tout le temps pour veiller à ce que le bétail n'empiète pas sur la parcelle cultivée. Les lits des rivières étant généralement situés à une certaine distance des habitations et les femmes souhaitant rester près de leurs foyers, ce sont essentiellement les agriculteurs qui pratiquent l'agriculture dans le lit des cours d'eau.

Aquifères peu profonds. Dans les cas où les agriculteurs du nord du Ghana n'avaient pas accès à un cours d'eau, certains ont creusé manuellement un ou plusieurs puits sur leurs terres et utilisé des seaux pour élever l'eau pour leur production agricole irriguée, surtout dans les vallées intérieures. Dans les sols sableux et autres terres meubles, les agriculteurs ont indiqué que les puits creusés à la main ne duraient souvent qu'une année puis nécessitaient de nouveaux travaux d'excavation. Certains agriculteurs ont expliqué qu'ils creusaient un puits pour les cultures de saison sèche, le rebouchaient à la fin de la saison, cultivaient leurs cultures de saison des pluies et recreusaient alors le puits à la saison sèche suivante. En général, les agriculteurs pratiquent l'échange de main d'œuvre pour creuser les puits, ce qui limite le nombre de puits sur les parcelles cultivées par les femmes.

Même si les puits creusés manuellement peuvent avoir une grande capacité de stockage de l'eau, il n'est souvent pas possible de creuser ainsi un puits assez profond pour obtenir un volume d'eau suffisant pour irriguer pendant toute la saison sèche. De fait, de nombreux agriculteurs ont indiqué que leurs puits s'asséchaient avant la fin de la saison sèche. Pour cette raison, certains agriculteurs ont plusieurs puits sur une seule parcelle; en plus de fournir plus d'eau, le fait d'avoir plusieurs puits diminue la main d'œuvre requise pour irriguer une parcelle de terrain.

Les agriculteurs ont exprimé une préférence pour les pompes à essence plus petites pour les puits creusés manuellement; mais aucune pompe à moteur n'a été observée dans les puits creusés manuellement pendant l'évaluation sur le terrain: les agriculteurs n'arrosaient leurs parcelles qu'avec des seaux. L'irrigation par seaux est pénible et prend beaucoup de temps; certains agriculteurs ont expliqué que leurs enfants n'allaient pas à l'école pendant la saison sèche pour pouvoir les aider avec l'irrigation.

Réservoirs. Lorsque les agriculteurs vivent à proximité d'un réservoir, ils utilisent souvent des pompes à moteur ou diesel pour extraire l'eau. Dans ce cas de figure, il existe souvent une association d'usagers de l'eau (AUE) qui gère la ressource en eau (ex.: calcul de la durée des rejets d'eau du barrage). L'AUE perçoit aussi des droits pour l'entretien de la structure du réservoir. Les femmes comme les hommes ont accès aux terres situées à proximité des réservoirs et peuvent en utiliser l'eau. L'empiètement du bétail ne semble pas poser de problèmes autour des réservoirs parce que le grand nombre de personnes qui travaillent à proximité contrôle la pénétration du bétail sur les parcelles.

Difficultés rencontrées par les petits exploitants agricoles dans le nord du Ghana

De nombreux agriculteurs ont déclaré que l'empiètement du bétail sur les parcelles cultivées leur posait de gros problème. Pendant la saison sèche, lorsque les températures élevées et les forts taux d'évapotranspiration provoquent une pénurie d'aliments pour le bétail, celui-ci est souvent laissé libre pour qu'il puisse chercher de quoi se nourrir. Beaucoup d'agriculteurs qui manquent de moyens pour clôturer leurs parcelles ou qui font pousser leurs cultures dans les lits des cours d'eau sans clôtures de protection ont signalé qu'ils avaient connu des problèmes d'empiètement du bétail sur leurs parcelles.

(Suite page suivante)

Encadré 3. Collecte des données de la phase 2 – un exemple du Ghana (suite)

Dans certaines zones du nord du Ghana, les eaux souterraines sont salines et ne conviennent pas pour l'agriculture, ou alors seulement pour des cultures particulières; dans ces endroits, les agriculteurs n'utilisent pas l'eau pour l'irrigation.

Evaluation du bilan des ressources en eau dans le nord du Ghana

Cartographie de la profondeur des eaux souterraines

Les résultats de l'analyse et de la cartographie de la profondeur des eaux souterraines au nord du Ghana au moyen d'un modèle à 2 000 cellules de grille (un modèle basé sur 2 000 cellules de grille pour un cours d'eau pérenne sera le mieux adapté aux conditions hydrologiques et aux données sur les niveaux d'eau dans les puits peu profonds du nord du Ghana) sont présentés aux figures 6 et 7. La carte de la profondeur des eaux souterraines montrée à la figure 6 indique aussi l'emplacement des réservoirs et sert de base à la cartographie des typologies de sources d'eau décrite à l'annexe 5. L'annexe 1 donne des détails et des cartes supplémentaires du processus pour la zone en vue rapprochée.

Estimation de l'apport potentiel en eau des puits

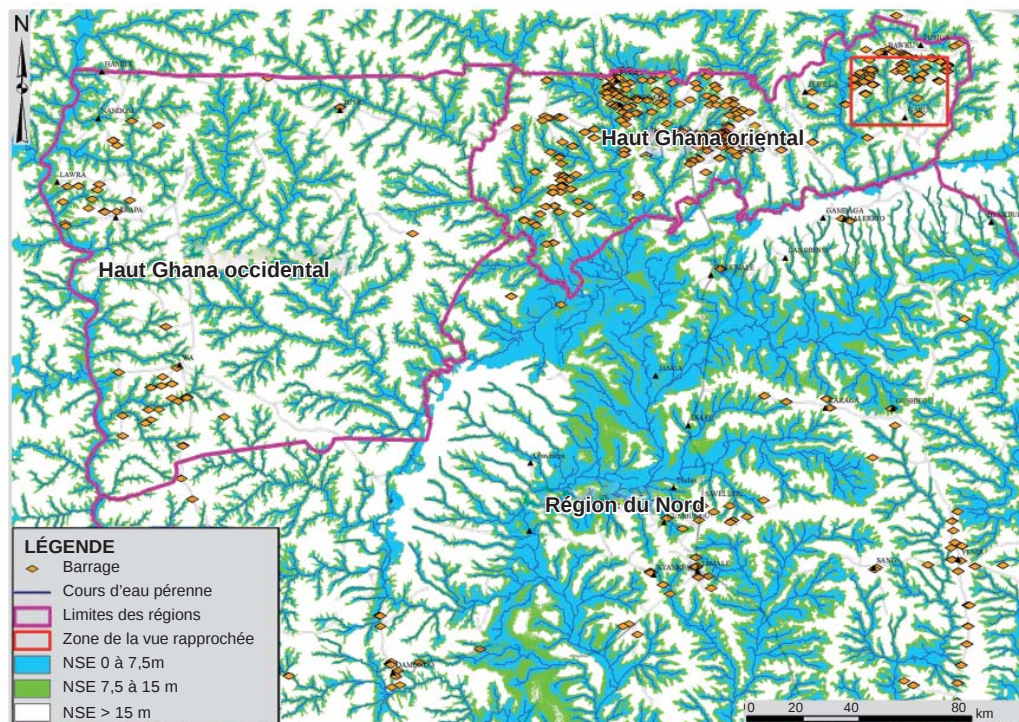
Un test sur la hauteur de rabattement et le remplissage a été effectué l'après-midi du 7 décembre 2010 sur un puits creusé près de Nyangua dans le Haut Ghana oriental. Ce puits avait un diamètre moyen de 0,7 m (superficie de la surface de l'eau: 0,4 m). Le pompage de l'eau du puits s'est fait au moyen d'une pompe à pédales. Au début du test, le niveau d'eau dans le puits était de 7,26 m en dessous de la surface du sol. Après un pompage de 32 minutes (jusqu'à 16 h 53), le niveau de l'eau a chuté de 59 cm pour atteindre 7,85 m en dessous de la surface du sol. A ce moment la pompe était proche de sa limite d'aspiration et elle marchait mal. On a alors laissé le puits se remplir en mesurant périodiquement la profondeur de l'eau. Le niveau de l'eau est remonté de 20 cm en 42 minutes (jusqu'à 17 h 35) pour atteindre 7,65 m en dessous de la surface du sol. Ce remplissage en 42 minutes a représenté un volume of 80 litres (1,9 litres par minute, soit 2 700 litres par jour). Cela correspond à un taux de recharge lent, à peine suffisant pour irriguer une parcelle de légumes de 300 mètres carrés (m²) alors que les besoins en irrigation pour la culture dépassent 8 mm par jour. La capacité de stockage que permet un puits creusé est ce qui rend cette recharge lente utilisable, puisque les agriculteurs peuvent puiser dans l'eau stockée dans le puits pendant la journée puis laisser le puits se recharger durant la nuit. Un puits tubé sans stockage ne conviendrait pas dans de telles conditions.

Bilan hydrique général

Dans le nord du Ghana, l'estimation moyenne de la recharge en eau souterraine est de 7,5 pour cent des précipitations annuelles (selon la moyenne de cinq études menées dans le nord du Ghana, résumées par Anayah et Kaluarachchi, 2009). Les précipitations moyennes annuelles pour Navrongo sont de 996 mm (selon la base de données ClimWat 2.0 de la FAO pour Navrongo). La recharge des eaux souterraines est donc d'environ 75 mm/an. Les besoins en eau d'irrigation non renouvelable (l'évapotranspiration moins les pluies efficaces) pour des tomates dont la culture a commencé le 1er novembre et qui ont été récoltées le 25 mars (145 jours de période de végétation) sont de 624 mm (calculé avec la version 8.0 de CropWat de la FAO avec les données fournies par la base de données ClimWat 2.0 pour Navrongo). En divisant les besoins en eau d'irrigation non renouvelable par la recharge des eaux souterraines, on obtient une estimation du ratio entre la superficie irriguée avec les eaux souterraines et la superficie nécessaire pour recharger la source, ex.: 624/75 donne un ratio de 8,3; en d'autres termes, pour chaque 1 000 m² irrigués, il faudra 8 300 m² de superficie de recharge (y compris la superficie irriguée) pour pouvoir prélever les eaux souterraines de façon durable. Autrement dit, pour chaque kilomètre carré (100 ha) de superficie totale des terres, environ 12 ha peuvent être irrigués de façon durable dans le nord du Ghana (Navrongo servant de lieu indicateur). Comme la plus grande partie des eaux est prélevée à partir de puits situés dans des bas-fonds où les eaux souterraines sont à faible profondeur (zones bleues et vertes dans les figures 6 et 7), la surface de recharge (soit toute la zone) suffira généralement pour une valorisation durable des eaux souterraines peu profondes.

Encadré 3. Collecte des données de la phase 2 – un exemple du Ghana (suite)

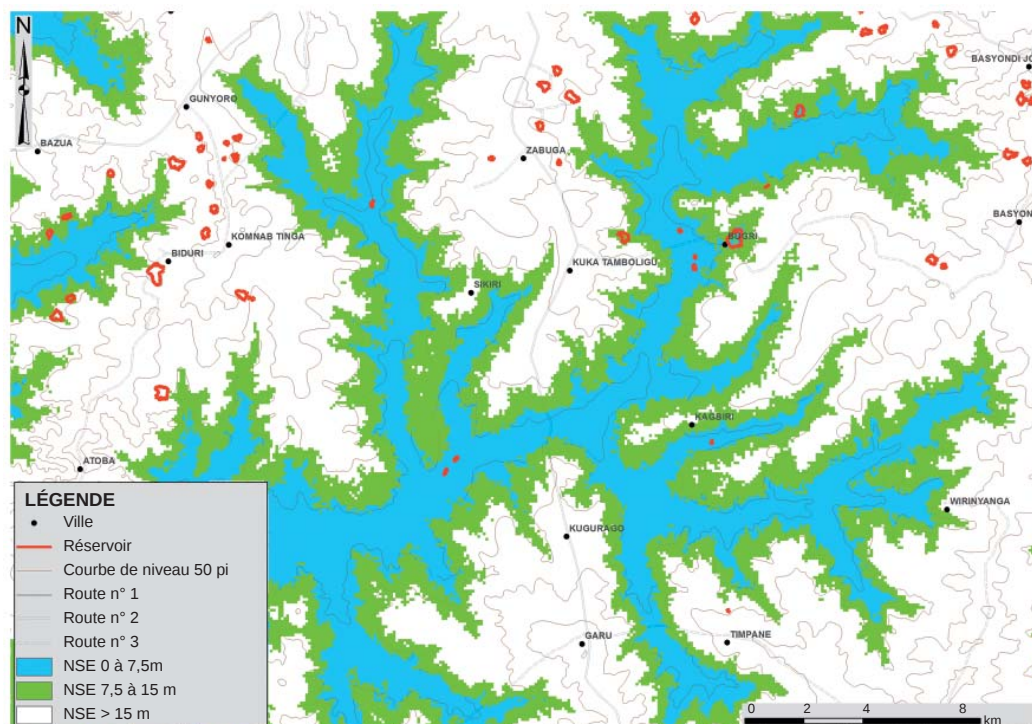
FIGURE 6. Profondeur modélisée des eaux souterraines du nord du Ghana (les emplacements des réservoirs sont aussi indiqués).



Mention de source: Ian Wilson (Keller-Bliesner Engineering)

Remarque: NSE = Niveau statique de l'eau

FIGURE 7. Vue rapprochée de la profondeur des eaux souterraines dans le nord-est du Ghana



Mention de source: Ian Wilson (Keller-Bliesner Engineering)

Remarque: NSE = Niveau statique de l'eau; pi = pieds (1 pied = 0,3048 mètre)

Encadré 3. Collecte des données de la phase 2 – un exemple du Ghana (suite)

Conception d'une intervention efficace d'irrigation au nord du Ghana

Comme indiqué précédemment, les conditions agricoles (ex.: la topographie, la géologie et les sols) sont hétérogènes dans le nord du Ghana. De ce fait, des endroits très propices à la valorisation des eaux souterraines peuvent se trouver tout près de zones où l'eau n'est pas facilement accessible en raison des roches dures. Cette hétérogénéité rend difficile la mise en œuvre d'une intervention à coût abordable axée sur l'irrigation, parce qu'il n'est pas possible d'appliquer partout une solution technologique unique. Il sera plus approprié de proposer une gamme de technologies et de mécanismes d'exécution pour les solutions de GEA, qui correspondront mieux à l'hétérogénéité des conditions dans le nord du Ghana, mais cela sera plus coûteux et nécessitera un éventail de compétences plus étendu pour concevoir et mettre en œuvre des interventions pertinentes.

Des exemples des mesures mises au point par l'équipe d'évaluation du Ghana pour faire face aux principales contraintes auxquelles sont confrontés les petits exploitants agricoles sont donnés ci-dessous:

1. Gestion agricole

- Formation à la diversification des cultures pour réduire les risques (ex.: risques environnementaux, maladies, risques liés aux prix et aux marchés).
- Formation aux meilleures pratiques de gestion des sols pour améliorer la qualité des sols, ce qui réduit la consommation d'eau, améliore la teneur en éléments nutritifs et la structure des sols et augmente la productivité de l'eau.
- Formation à la sélection des cultures en fonction des paramètres de sols et d'eaux propres à l'endroit considéré. Par exemple, certaines zones visitées avaient une salinité élevée. Il faut donc sélectionner pour celles-ci des cultures qui peuvent être produites dans des conditions de salinité élevée.
- Dans les endroits où les agriculteurs ne produisent pas pour l'instant de cultures à forte valeur ajoutée, il faut en promouvoir la production en mettant en place des parcelles de démonstration pour montrer les pratiques de gestion de l'eau et de production agricole et faire apparaître leurs avantages.

2. Eau

- Un contrôle régulier de l'utilisation des eaux souterraines permet d'éviter la surexploitation des eaux souterraines et de comprendre les divers impacts de la valorisation de l'eau.
- Formation à la planification de l'application de l'eau pour diminuer la consommation d'eau.

3. Autres

- Poser des clôtures contre le bétail pour réduire les pertes dues à l'empiètement du bétail.
- Mettre en place des services privés et des chaînes d'approvisionnement efficaces pour les pièces de rechange.

L'encadré 4 présente des notes d'enquête issues de l'évaluation sur le terrain de la phase 2 effectuée au Ghana. Ces notes offrent un exemple d'une partie du processus de collecte de données détaillées sur le terrain et des constatations qui sont ressorties pendant le processus.

Encadré 4. Notes d'enquête du travail de terrain, phase 2

D'après le travail d'analyse effectué pendant la phase 1 au niveau national, l'une des régions désignée comme présentant un plus grand potentiel pour l'agriculture irriguée était le Haut Ghana oriental, dans le nord du pays. L'équipe s'est rendue à Bolgatanga, la capitale du Haut Ghana oriental, et a amorcé des discussions avec des responsables gouvernementaux et d'autres experts, dont un enseignant local, afin de faire un tour d'horizon des pratiques agricoles et des ressources en eau de la région. Les experts locaux ont régulièrement désigné quelques zones qui selon eux étaient plus propices à la GEA, dont le district de Bawku Ouest.

L'équipe s'est alors rendue à Zebilla, capitale du district de Bawku Ouest, et y a rencontré Charles Akwotiga, un responsable de district du ministère de l'Alimentation et de l'Agriculture (MoFA), qui a donné un aperçu des pratiques agricoles employées dans sa zone. Un résumé des notes prises au cours de cette réunion est proposé ci-dessous.

Moyens de subsistance. L'agriculture est la principale occupation de nombreux habitants du district. Beaucoup de petits exploitants agricoles tirent un revenu de la production de légumes à la saison sèche en utilisant des seaux pour extraire les eaux souterraines peu profondes. La deuxième activité importante pour assurer la subsistance est l'élevage, essentiellement d'ovins, de caprins et de bovins et la troisième est la pêche.

Cultures. Les agriculteurs cultivent le pepe, l'okra, les légumes feuille, l'oignon et la pastèque durant la saison sèche. Les acheteurs des marchés viennent jusqu'aux barrages pour acquérir les produits ou les agriculteurs les vendent au marché de Zebilla.

Accès à l'eau.

Eaux souterraines. De Garu-Tempane à Gambaga, les agriculteurs utilisent beaucoup les eaux souterraines. Ils creusent un puits à la saison sèche pour accéder aux eaux souterraines, le rebouchent à la fin de la saison et cultivent alors du maïs. A la prochaine saison sèche, ils creusent de nouveau le puits au même endroit. Il y a des zones dans le district de Bawku Ouest où les eaux souterraines peu profondes sont abondantes mais où l'existence de couches de roche dure empêche les agriculteurs d'accéder facilement à l'eau.

Cours d'eau. De nombreux agriculteurs utilisent l'eau des cours d'eau pour l'irrigation, et parfois creusent des puits dans les lits des cours d'eau où il y a souvent de l'eau disponible pendant toute la saison sèche. Ceux qui possèdent des terres utilisent souvent les terres situées près des cours d'eau pour l'agriculture pluviale; à la saison sèche, ils louent souvent ces terres à d'autres agriculteurs.

Barrages. Il n'y a pas de grands réservoirs dans le district, seulement de petits barrages qui appartiennent à la communauté. Les femmes et les hommes ont un accès équitable aux terres autour de la plupart des barrages. Après la construction, les barrages sont entretenus et l'eau est gérée par les communautés par le biais d'associations d'usagers de l'eau. Les membres des communautés contribuent à empêcher le bétail d'endommager les cultures. Pendant les années de faibles précipitations, certains barrages n'ont pas suffisamment d'eau pour l'utilisation des agriculteurs pendant toute la durée de la saison sèche.

Difficultés. L'eau est cruciale pour la production de cultures de saison sèche, mais de nombreux agriculteurs ne peuvent pas accéder à l'eau; lorsqu'il y a de l'eau disponible, beaucoup n'ont pas les moyens de se procurer une pompe.

Encadré 4. Notes d'enquête du travail de terrain, phase 2 (suite)

L'empiètement du bétail sur les parcelles cultivées pose aussi souvent problème. Les agriculteurs doivent rester sur les parcelles pour protéger les cultures, ce qui fait que les agricultrices ne cultivent généralement pas près des cours d'eau ou dans leurs lits parce que ces parcelles ne sont pas situées à proximité des fermes familiales.

Zones de visite recommandées. Zone de Garu-Tempane: utilisation d'eau de rivière; bas-fonds de Gambaga: eaux souterraines; Sapeliga: puits peu profonds, sols pauvres; et à l'est de Garu-Tempane (par la route, au sud de Tili vers Binaba): quelques utilisations d'eaux souterraines.

Discussions sur le terrain dans la zone de Sapeliga

En se fondant sur les informations ci-dessus, l'équipe s'est rendue jusqu'aux zones dont il a été indiqué qu'elles disposaient d'eaux souterraines peu profondes et/ou d'eaux de cours d'eau accessibles. Les discussions avec environ 12 agriculteurs et agricultrices travaillant à proximité de la Volta blanche ont mis en évidence les faits suivants: environ 110 agriculteurs, dont 67 sont des femmes, cultivent une parcelle de terre d'approximativement 1/8 d'acre (1 acre = 0,404686 hectare) (500 m²) en utilisant des puits creusés manuellement. Selon les agriculteurs, la profondeur maximale de l'eau dans les puits est de 4 m et ils ont déclaré atteindre une couche de roche lorsqu'ils creusent des puits, ce qui limite la quantité d'eau qui peut être extraite et la taille de la parcelle cultivée. C'est pourquoi les agriculteurs n'étendent pas leurs cultures et ne cultivent que des oignons en raison de la petite taille des parcelles. À partir de mai, les agriculteurs cultivent du riz. Pour prélever l'eau, ils utilisent des arrosoirs, des seaux et des contenants à huile de palme.

Les échantillons de données recueillis pendant les discussions sur le terrain sont résumés au tableau 4.

TABLEAU 4. Résumé des échantillons de données de terrain recueillis dans la région du Haut Ghana oriental

Emplacement	Observation
GPS #1 N11.08504 W0.37197	Eaux très peu profondes dans un puits creusé manuellement. Profondeur de la surface à l'eau: 0,8 m. Salinité: 266 µS
GPS #3 N11.08747 W0.37249	Parcelle d'agricultrice plantée d'oignons. Puits creusé manuellement qu'elle a creusé elle-même avec l'aide d'autres femmes. En février/mars, l'eau sera au fond du puits, où la roche est trop dure pour creuser. L'agricultrice a signalé un faible taux d'infiltration. Profondeur de la surface à l'eau: 1,17 m. Diamètre du puits: 1,5 m.
GPS #4 N11.08695 W0.37273	Puits creusé manuellement. Profondeur jusqu'au fond: 1,8 m; eau à 1 m.
GPS #7 N10.98379 W0.39076	Des agriculteurs utilisant une grosse pompe à moteur pour extraire l'eau du cours d'eau ont indiqué que dans le cadre d'un projet de la Banque africaine de développement, des agriculteurs ont constitué un groupe et que le MoFA leur a donné une pompe et des terres gratuites. Ils y cultivent des oignons et rembourseront le coût de la pompe (1 700 GHS) sur trois ans.
GPS #19 N10.85575 W0.15720	Cours d'eau à sec. Indique une nappe plus basse que le lit du cours d'eau.
GPS #20 N10.85457 W0.15708	Une agricultrice paye quelqu'un à chaque saison sèche pour creuser un puits «de sa taille» dans le lit du cours d'eau et en extrait l'eau à l'aide d'une calebasse durant toute la saison sèche. Elle vend des oignons et de l'alefu au marché de Garu-Tempane. Elle utilise des engrais et du fumier de ferme.
GPS #21 N10.89079 W0.13768	Des agriculteurs extraient de l'eau du cours d'eau au moyen de seaux et de contenants à huile de palme, sans pompes.

Mention de source: Elizabeth Weight et Andrew Keller

COMPÉTENCES RECOMMANDÉES AU SEIN DE L'ÉQUIPE D'ÉVALUATION DES RESSOURCES EN EAU

Les compétences recommandées au sein de l'équipe d'évaluation des ressources en eau sont les suivantes:

- un ingénieur spécialisé en irrigation compétent en matière de solutions de GEA pour les petits exploitants agricoles;
- un hydrologue/hydrogéologue connaissant bien les conditions locales;
- un spécialiste SIG;
- un expert des sols et/ou un agronome/horticulteur;
- un sociologue et/ou un spécialiste des questions de genre;
- des compétences supplémentaires liées aux objectifs à long terme. Par exemple, un spécialiste des marchés devrait faire partie de l'équipe d'évaluation si l'objectif du programme est d'améliorer l'accès des agriculteurs aux marchés pour les cultures irriguées à forte valeur ajoutée.

Il est extrêmement important que les membres de l'équipe comprennent les besoins et limites des petits exploitants agricoles et recommandent et conçoivent des interventions appropriées en conséquence. Par exemple, un ingénieur spécialisé en irrigation qui n'a d'expérience que dans les grands systèmes formels de canaux peut ne pas convenir pour concevoir des solutions appropriées de GEA censées bénéficier aux petits exploitants agricoles individuels. Les systèmes visant les petits agriculteurs doivent être axés sur des solutions abordables (faibles coûts d'investissement), économes sur le plan de la main d'œuvre, disponibles localement, réalisables et individuelles. Il peut arriver que les grands systèmes partagés par de nombreux agriculteurs répondent à toutes ces exigences, mais la conception de solutions appropriées nécessite tout de même que le point de vue du petit exploitant agricole soit pris en considération. Celui-ci diffèrera nécessairement de la perspective des concepteurs de grands périmètres d'irrigation, qui exige une analyse économique du cycle de vie du système et souvent aussi des capitaux importants.

Parce que l'évaluation dépend dans une grande mesure de l'analyse SIG, il sera judicieux pour l'équipe d'inclure un spécialiste des SIG dans ses rangs. Celui-ci devrait également être compétent dans d'autres domaines utiles à l'équipe tels que les technologies d'irrigation, l'hydrologie, la géologie ou les sols.

L'encadré 5 offre un exemple des compétences mises à profit dans l'équipe d'évaluation des ressources en eau qui a œuvré au Ghana.

Des techniciens de terrain locaux parlant les langues et dialectes locaux et connaissant bien l'agriculture locale et les caractéristiques hydrographiques de la zone devraient être engagés dans la zone d'intérêt de l'évaluation. Ces techniciens peuvent continuer à recueillir des données spécifiques après le départ du gros de l'équipe. Par exemple, ils peuvent surveiller le niveau des eaux souterraines et cartographier les caractéristiques des zones que l'équipe complète n'a pas pu visiter. Des techniciens de terrain qualifiés devraient détenir un diplôme technique ou l'équivalent en agriculture, développement rural ou hydrologie.

Pour couvrir autant de terrain que possible, et pour des raisons de commodité, l'équipe d'évaluation devrait, pour les journées de travail de terrain, se diviser en plusieurs groupes et se réunir les soirées pour discuter des observations de la journée. L'équipe pourrait aussi trouver intéressant de changer de temps en temps la composition des groupes afin que les différents spécialistes acquièrent l'expérience et saisissent le point de vue des diverses disciplines relevant d'autres membres de l'équipe.

Une évaluation type exigera une équipe de cinq ou six experts pendant au moins trois semaines. Cette durée minimale de trois semaines suppose que la zone d'intérêt de l'étude a déjà été resserrée autour de quelques options, que la collecte générale des données est déjà bien avancée et que les réunions essentielles avec les responsables gouvernementaux, les SNRA, les contacts universitaires, les ONG en charge de la mise en œuvre et les autres organisations ont été programmées à l'avance pour s'adapter au calendrier de l'équipe d'évaluation. Une période de quatre semaines pour l'équipe complète est une estimation plus réaliste du niveau minimum d'effort requis. La première semaine sera consacrée à la phase 1 de l'évaluation. La collecte générale des données peut être réalisée par quelques membres de l'équipe sur deux semaines, puis complétée par l'équipe au complet sur deux jours, pour se terminer par l'interprétation des données générales et la sélection de la zone d'étude. La visite de terrain de la phase 2 durera normalement de sept à dix jours en fonction de l'étendue de la zone d'intérêt, de son éloignement et de son accessibilité. L'analyse et l'interprétation des données sont réalisées pendant toutes les phases de l'évaluation, au fur et à mesure de la collecte des données. L'analyse finale des données et l'élaboration des recommandations seront réalisées pendant les derniers 10 jours. Si des techniciens de terrain locaux sont employés pour collecter des données supplémentaires essentielles pour l'élaboration des recommandations de l'évaluation, il faudra prendre en considération dans l'évaluation le temps nécessaire pour obtenir et analyser ces données additionnelles.

Si au-delà de l'élaboration de recommandations l'équipe d'évaluation est chargée de la conception de l'intervention, une semaine supplémentaire sera vraisemblablement nécessaire pour travailler avec l'organisation de mise en œuvre, ou les organisations le cas échéant, sur les détails de la conception. L'équipe d'évaluation complète n'est pas nécessairement indispensable pour cela, mais il est recommandé que l'équipe au complet participe à la définition des grandes lignes des recommandations qui se dégagent de l'évaluation et des aspects généraux de la conception de l'intervention.

Les budgets varieront considérablement selon les coûts de transport et les distances dans chaque pays et dépendront aussi dans une large mesure des spécialistes qui seront disponibles. Le tableau 5 propose un exemple de budget pour une évaluation de ressources en eau, inspiré de l'évaluation effectuée au Ghana en 2010. Ce budget prend pour hypothèse que trois experts nationaux et trois experts internationaux seront mobilisés pour une mission de quatre semaines. Le coût total, y compris les voyages internationaux, les indemnités journalières, les véhicules de terrain et l'équipement (GPS, niveau de l'eau, qualité de l'eau, etc.), atteint approximativement 129 000 dollars EU. C'est la rémunération des experts internationaux qui représente la plus grande partie des frais. Si les coûts posent problème, le remplacement des experts internationaux par des experts nationaux réduit les coûts à 70 350 dollars EU.

TABLEAU 5. Exemple de budget pour une équipe d'évaluation composée de six experts pour une mission de quatre semaines

Poste de dépense	Nombre	Élément	Taux unitaire (\$ EU)	Coût total (\$ EU)
Experts internationaux	84	jour-personne	1 000	84 000
Experts nationaux	84	jour-personne	300	25 200
Techniciens de terrain et guides	20	jour-personne	50	1 000
Véhicules de terrain	20	jour-véhicule	150	3 000
Vols internationaux	3	aller-retour	2 000	6 000
Indemnités journalières dans la capitale	33	jours	150	4 950
Indemnités journalières sur le terrain	60	jours	50	3 000
Équipement	2	ensemble	1 000	2 000
Total				129 150

Mention de source: Andrew Keller

Encadré 5. Expertise de l'équipe d'évaluation des ressources en eau—un exemple du Ghana

L'équipe d'évaluation des ressources en eau au nord du Ghana comportait deux spécialistes internationaux de l'irrigation, dont l'un était le chef d'équipe et l'autre un expert des marchés et chaînes de valeur pour les petits exploitants agricoles; un spécialiste international des SIG et hydrologue; un spécialiste international en sciences sociales possédant une certaine compétence en matière de questions de genre; un spécialiste international en science des sols possédant des compétences en hydrologie; et un hydrogéologue national. La visite de terrain dans le nord du Ghana a eu lieu du 5 au 15 décembre 2010. La collecte des données a commencé à distance et par courrier électronique en novembre 2010. La sélection de la zone d'étude détaillée, soit le nord du Ghana et plus particulièrement le Haut Ghana oriental, a été décidée par l'équipe le 3 décembre 2010 et les préparatifs logistiques de la visite de terrain ont commencé. L'analyse finale des données et l'élaboration des recommandations ont commencé immédiatement après la visite de terrain pendant que l'équipe était encore au complet dans le pays. La rédaction des rapports a été menée à bonne fin et l'équipe s'est dispersée le 20 décembre 2010. Les recommandations de l'évaluation ont immédiatement été intégrées aux plans de mise en œuvre conçus pour le nord du Ghana par le programme de l'iDE pour le pays. La réalisation des rapports formels a toutefois traîné en longueur. L'un des principaux enseignements de cette expérience est que l'élaboration des rapports doit être achevée peu après – soit environ dans les deux mois qui suivent – la visite de terrain et devrait faire partie de l'accord contractuel pris avec l'équipe d'évaluation. En outre, il faudrait réaliser la plus grande partie possible des rapports pendant que l'équipe complète est encore sur place. Au minimum, il faudrait préparer une ébauche annotée et désigner des responsables pour l'achèvement de chaque section. L'équipe au complet devrait également se mettre d'accord sur les conclusions et recommandations de l'évaluation avant de se disperser.

ENJEUX ET DIFFICULTÉS DE CETTE MÉTHODOLOGIE

La principale difficulté de cette méthodologie d'évaluation est d'obtenir un accès rapide à des données sur les ressources en eau et la population qui présente une résolution spatiale adéquate et un format facilement cartographiable. L'eau est la ressource évaluée, mais souvent, en particulier dans les pays où l'évaluation est la plus nécessaire, les informations quantitatives avec des attributs spatiaux et les données indiquant la variabilité annuelle et intra-annuelle ne sont tout simplement pas disponibles et il faut utiliser des modèles basés sur des données définies à distance pour établir les premières estimations avant de passer au travail de terrain détaillé. La méthodologie dépend également de la densité de la population rurale et des données sur la pauvreté pour choisir la zone d'étude détaillée. Ces données n'existent souvent pas sous la forme d'entrées rapides SIG avec une résolution spatiale inférieure au niveau national (régional) secondaire. De plus, les informations portant sur l'emplacement des populations ne sont pas nécessairement reliées aux terres qu'elles cultivent ou ont le droit de cultiver. Pour cette raison, il faut souvent se livrer à une interprétation de profils en se fondant sur des données à distance et à faible résolution.

La modélisation avec un MAN (modèle altimétrique numérique) de la profondeur jusqu'aux eaux souterraines (présentée à l'annexe 1) donne des résultats bien adaptés à l'estimation des zones propices pour l'accès à l'eau mais pour obtenir des informations sur les autres paramètres importants (ex.: épaisseur saturée, apport en eau et caractéristiques du terrain de couverture) portant sur les eaux souterraines, il faut généralement se rendre sur place. Cette collecte prend du temps et il peut être difficile d'obtenir ces données avant la sélection des zones d'étude détaillée sur le terrain. De ce fait, l'évaluation peut négliger de prendre en considération des zones prometteuses présentant un potentiel intéressant d'eaux souterraines simplement parce que les données nécessaires les concernant ne sont pas rapidement accessibles.

Un autre problème important que pose le processus d'évaluation est la production de résultats qui répondent aux besoins des agricultrices et agriculteurs et aux exigences des bailleurs de fonds et des organismes responsables de la mise en œuvre des solutions de GEA. A moins que l'évaluation ne soit exécutée à la demande du principal bailleur de fonds ou responsable de la mise en œuvre, il se peut que l'aide financière pour l'intervention qui découlera de l'évaluation soit limitée. Idéalement, une évaluation rapide de la disponibilité en eau n'est que l'un des éléments contribuant à un processus plus étoffé de conception de programme, qui nécessitera du travail de terrain supplémentaire pour recueillir suffisamment d'informations sur d'autres paramètres importants du programme.

Comme indiqué précédemment, il s'agit ici d'une approche d'évaluation rapide, qui vise à offrir aux concepteurs et directeurs de programmes des informations rapides et «suffisantes» pour les aider à élaborer leur stratégie et à concevoir leurs programmes. De nombreux aspects de cette approche ne font pas le poids par rapport à des études de référence plus intensives et étendues sur l'agroécologie et l'hydrogéologie d'une région donnée. Nous avons toutefois élaboré ces directives justement pour ceux qui ne disposent ni du temps ni des ressources nécessaires pour mener des études plus approfondies, afin d'optimiser la quantité et la qualité des informations disponibles pour permettre une bonne conception de programme.

Les autres points faibles de cette méthodologie d'évaluation sont son coût relativement élevé (quoiqu'elle soit bien meilleur marché qu'une étude de recherche complète, une estimation des coûts dépassant 100 000 dollars EU peut en limiter l'applicabilité dans certains cas), la difficulté éventuelle de coordonner la disponibilité des experts avec la meilleure saison sur le terrain et l'intégration des données qui devront peut-être être collectées sur une certaine durée.

CONCLUSION

Cet article décrit une approche relativement peu coûteuse à destination des directeurs de programmes du secteur public, de la société civile et du secteur privé pour qu'ils puissent orienter les spécialistes techniques chargés d'étudier et de sélectionner les zones présentant un fort potentiel pour permettre aux petits agriculteurs et agricultrices d'accéder à l'eau et de l'appliquer et de l'utiliser à un coût abordable afin d'améliorer leurs moyens de subsistance. Ces directives ont été conçues pour être utilisées dans les endroits où il existe peu d'informations et de documentation sur les ressources en eaux souterraines et de surface. Les auteurs souhaitent qu'elles améliorent la capacité des acteurs de terrain à effectuer des évaluations utiles des ressources en eau qui amélioreront ainsi la qualité et la pertinence des interventions de GEA. Ils espèrent également que l'application de ces directives dans d'autres contextes et conditions permettront de les perfectionner et de les améliorer.

RÉFÉRENCES

- Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith M. 1998. *Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome, Italie: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Disponible sur <http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e00.HTM> (accessed on January 17, 2014).
- Anayah, F.; Kaluarachchi, J.J. 2009. *Groundwater resources of northern Ghana: Initial assessment of data availability*. Utah, USA: Utah State University. Disponible sur <http://gw-africa.iwmi.org/Data/Sites/24/media/pdf/fieldreport-usu.pdf> (accessed on January 9, 2014).
- Banque mondiale. 2011. *Republic of Ghana: Improving the targeting of social programs*. Report No. 55578-GH. Washington, DC, USA: Banque mondiale, Unité du développement humain.
- Canagarajah, S.; Pörtner C.C. 2003. *Evolution of poverty and welfare in Ghana in the 1990s: Achievement and challenges*. Africa Region Working Paper Series No. 61. Washington, DC, USA: Banque mondiale. Disponible sur <http://www.worldbank.org/afr/wps/wp61.pdf> (accessed on January 17, 2014).
- FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). 2012. *Mapping and assessing the potential for investments in agricultural water management: Ghana*. Country Investment Brief. Rome, Italie: FAO Water for AgWater Solutions Project.
- Giordano, M.; de Fraiture, C.; Weight, E.; van der Blik, J. (Eds.). 2012. *Water for wealth and food security: Supporting farmer-driven investments in agricultural water management. Synthesis report of the AgWater Solutions Project*. Colombo, Sri Lanka: Institut international de gestion des ressources en eau (IWMI). 48p. Disponible sur http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/Other/Reports/PDF/Water_for_wealth_and_food_security.pdf (accessed on January 17, 2014).
- Webber, M. 2007. *Using value chain approaches in agribusiness and agriculture in sub-Saharan Africa*. Washington, DC, USA: Banque mondiale. Disponible sur <http://www.technoserve.org/files/downloads/vcguidenov12-2007.pdf> or <http://microlinks.kdid.org/library/using-value-chain-approaches-agribusiness-and-agriculture-sub-saharan-africa> (accessed on January 17, 2014).

ANNEXE 1. CARTOGRAPHIE DU NIVEAU STATIQUE DE L'EAU À PARTIR D'UN MAN ET COURS D'EAU PÉRENNES

La méthode à suivre pour créer un modèle tridimensionnel créé par ordinateur de la surface du niveau statique de l'eau (NSE) avec les outils et commandes disponibles dans le logiciel SIG ArcView est la suivante:

- 1) A partir d'un MAN, qui est une grille des données altimétriques de la surface des terres, l'outil Flow Direction (sens de l'écoulement) est utilisé pour créer une grille Flow Direction. L'outil Sink (cuvette) est alors utilisé avec la grille Flow Direction pour créer une grille Sink. Celle-ci indique s'il y a des cuvettes (dépressions) dans le MAN. S'il y a des cuvettes dans le MAN, réelles ou autres, il faut les éliminer pour que cette méthode marche. Les cuvettes réelles, telles que les lacs terminaux, peuvent être éliminées en découpant des trous dans le MAN autour du périmètre des lacs. Les autres cuvettes peuvent être éliminées avec l'outil Fill (remplir) une fois que les cuvettes réelles ont été éliminées du MAN par découpage. Cela donne un MAN sans aucun endroit pour que l'eau puisse s'accumuler. La figure A1.1 montre un exemple de MAN dans lequel les chiffres représentent l'altitude moyenne dans chaque carré de la grille.

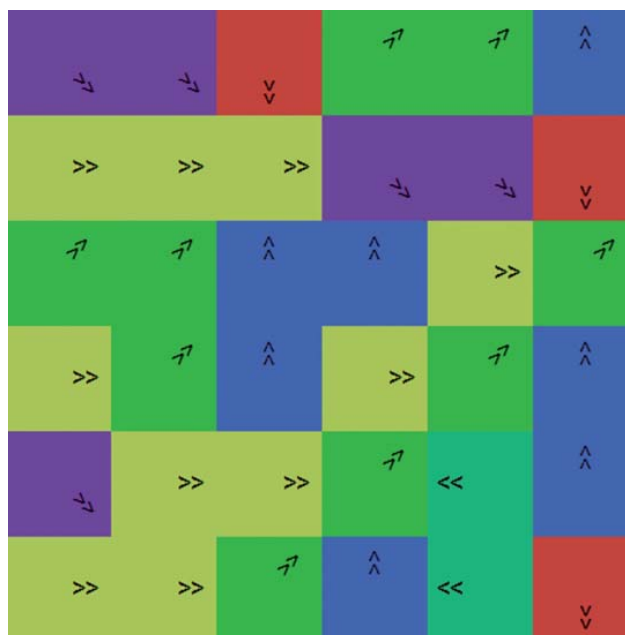
FIGURE A1.1. Exemple d'une grille de MAN

218	216	217	215	213	212
218	215	213	213	215	213
218	216	214	214	213	211
217	216	216	217	214	214
219	217	214	213	216	216
219	215	214	213	215	215

Mention de source: Ian Wilson (Keller-Bliesner Engineering)

- 2) L'outil Flow Direction est utilisé sur le MAN sans cuvettes pour produire une grille Flow Direction. La grille montrée en exemple dans la figure A1.2 indique la direction de l'écoulement de surface dans chaque cellule du MAN.

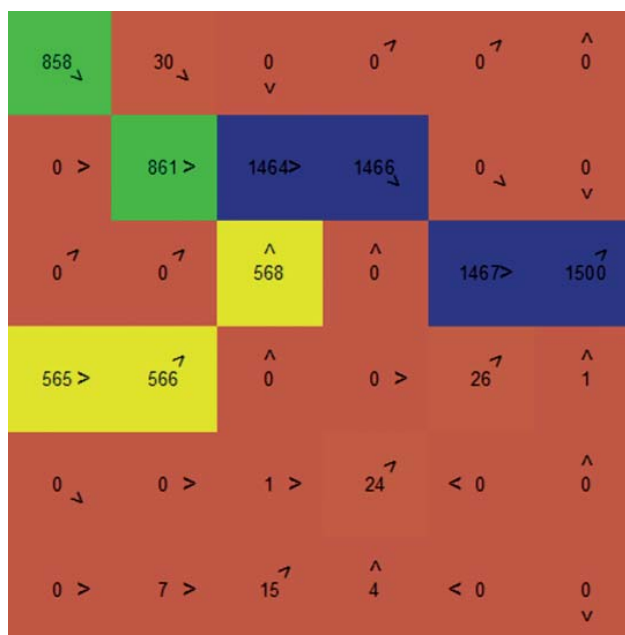
FIGURE A1.2. Direction de l'écoulement de surface dans chaque cellule du MAN montré en exemple



Mention de source: Ian Wilson (Keller-Bliesner Engineering)

- 3) L'outil Flow Accumulation (accumulation d'écoulement) est utilisé avec la grille Flow Direction pour produire une grille Flow Accumulation. Chaque cellule de la grille illustrée à la figure A1.3 contient le nombre de cellules dans le MAN qui s'écoulent dedans.

FIGURE A1.3. Exemple du nombre de cellules dans le MAN qui s'écoulent dans chaque cellule



Mention de source: Ian Wilson (Keller-Bliesner Engineering)

- 4) L'outil Conditional tool (conditionnel) est utilisé avec la grille Flow Accumulation pour sélectionner toutes les cellules de lignes de cours d'eau dans la grille Flow Accumulation qui ont des valeurs plus élevées qu'une valeur seuil donnée. Cette valeur seuil est censée représenter le nombre minimal de cellules de grille dans le MAN nécessaire pour créer un bassin versant assez grand pour produire un cours d'eau pérenne. Les valeurs des cellules dans les grilles, qui sont créées par l'outil Conditional à partir des entrées ci-dessous, seront les altitudes du MAN le long des lignes de cours d'eau dont les valeurs d'accumulation d'écoulement sont plus élevées que le seuil. Les entrées pour l'outil Conditional sont les suivantes:
- a. La trame d'entrée Conditional = la grille Flow Accumulation
 - b. L'Expression = Valeur > X, où X = la valeur seuil
 - c. Trame d'entrée réelle = MAN sans cuvettes
 - d. Fausse trame d'entrée = laisser en blanc
 - e. Trame de sortie = le nom de la trame en train d'être créée

La figure A1.4 montre (c'est la zone en vue rapprochée du nord du Ghana illustrée aux figures 6 et 7) cinq grilles superposées affichées l'une sur l'autre qui ont été créées par l'outil Conditional.

La première grille a été créée en utilisant une valeur seuil de 40 000 cellules dans le MAN pour créer un cours d'eau pérenne. Cette grille est la grille supérieure dans la figure A1.4 et s'illustre par des cours d'eau bleus.

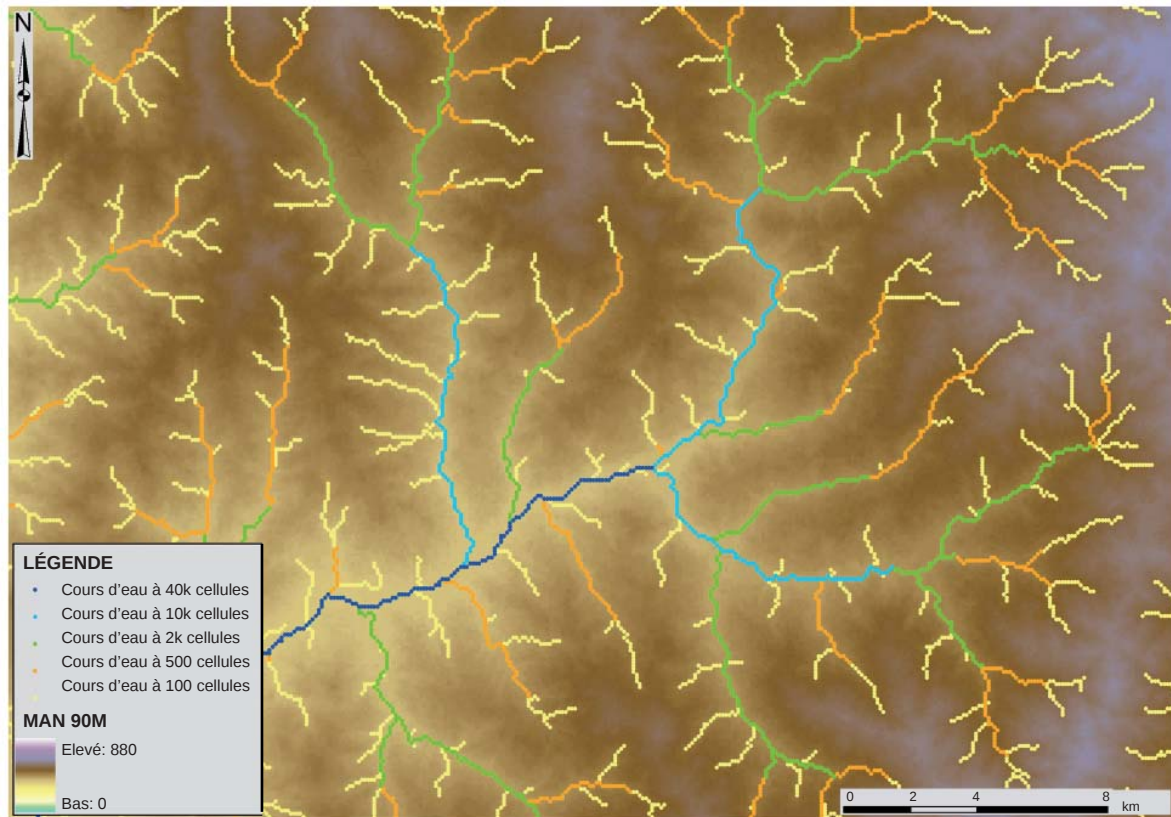
La seconde grille a été créée en utilisant une valeur seuil de 10 000 cellules dans le MAN. Cette grille s'illustre par les cours d'eau turquoise qui coulent aussi sous les cours d'eau bleus. Il s'agit donc de tous les cours d'eau turquoise et bleus.

La troisième grille a été créée en utilisant une valeur seuil de 2 000 cellules dans le MAN. Cette grille s'illustre par les cours d'eau verts qui coulent aussi sous les cours d'eau turquoise. Il s'agit donc de tous les cours d'eau verts, turquoise et bleus.

La quatrième grille a été créée en utilisant une valeur seuil de 500 cellules dans le MAN. Cette grille s'illustre par les cours d'eau orange qui coulent aussi sous les cours d'eau verts, turquoise et bleus. Il s'agit donc de tous les cours d'eau orange, verts, turquoise et bleus.

La cinquième grille a été créée en utilisant une valeur seuil de 100 cellules dans le MAN. Cette grille s'illustre par les cours d'eau jaunes qui coulent aussi sous tous les cours d'eau des autres couleurs. Il s'agit donc de tous les cours d'eau.

FIGURE A1.4. Exemple de la vue rapprochée du nord du Ghana avec les cours d'eau pérennes selon l'utilisation de 40 000, 10 000, 2 000 500 et 100 cellules dans le MAN

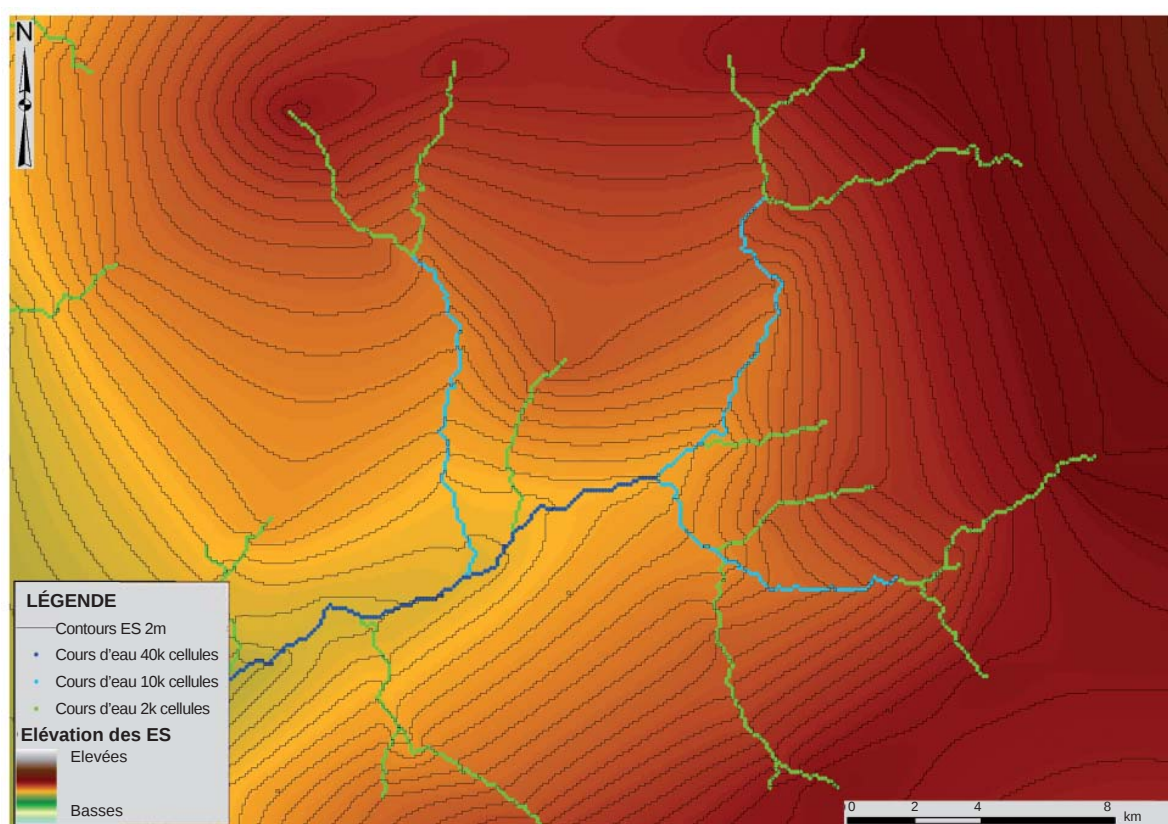


Mention de source: Ian Wilson (Keller-Bliesner Engineering)

- 5) La commande Raster to Point (trame à point) crée un fichier de forme à partir de la grille produite par l'outil Conditional. Il y aura dans le fichier de forme un point correspondant à l'emplacement de chaque cellule dans la grille produite par l'outil Conditional, et la valeur de chaque point sera identique à la cellule de la grille dont il provient. Les entrées pour la commande Raster to Point sont les suivantes:
 - a. Trame d'entrée = grille produite par l'outil Conditional
 - b. Zone = VALEUR
 - c. Caractéristiques du point de sortie = nom du fichier de forme en train d'être créé

- 6) L'outil Natural Neighbor (voisin naturel) crée une grille des eaux de surface qui suit les points de la ligne des cours d'eau pérennes dans le fichier de forme créé en (5) ci-dessus. La figure A1.5 montre la surface des eaux souterraines à partir des contours issue du modèle de cours d'eau pérennes à 2k cellules pour la vue rapprochée du nord-est du Ghana. Les entrées pour l'outil Natural Neighbor sont les suivantes:
- a. Points d'entrée = nom du format de fichier créé ci-dessus
 - b. Zone de valeur Z = GRID_CODE
 - c. Dimension des cellules = dimension des cellules dans le MAN
 - d. Trame de sortie = nom de la grille en train d'être créée

FIGURE A1.5. Surface des eaux souterraines à partir des contours issue du modèle de cours d'eau pérennes à 2k cellules pour la vue rapprochée du nord-est du Ghana



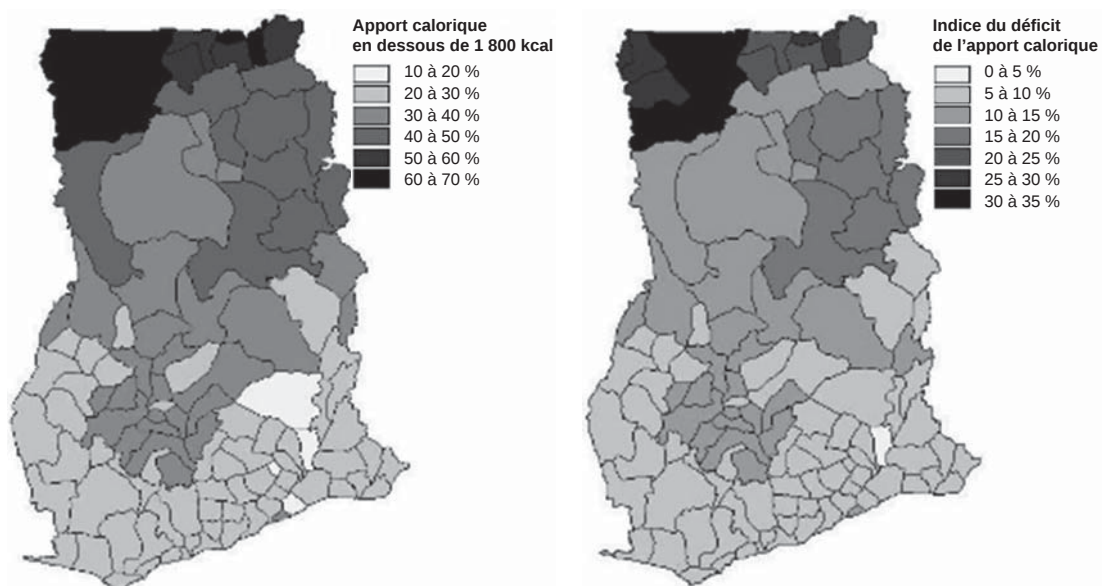
Mention de source: Ian Wilson (Keller-Bliesner Engineering)

Remarque: ES – eaux souterraines

- 7) Enfin, la commande Raster Calculator (calculateur de trame) est utilisée pour soustraire la grille de la surface de l'eau produite en (6) ci-dessus du MAN sans cuvettes. Cela donne la grille NSE qui indique la distance verticale du niveau du sol jusqu'à la surface de la nappe.

ANNEXE 2. ILLUSTRATIONS DES ÉTUDES DE CAS

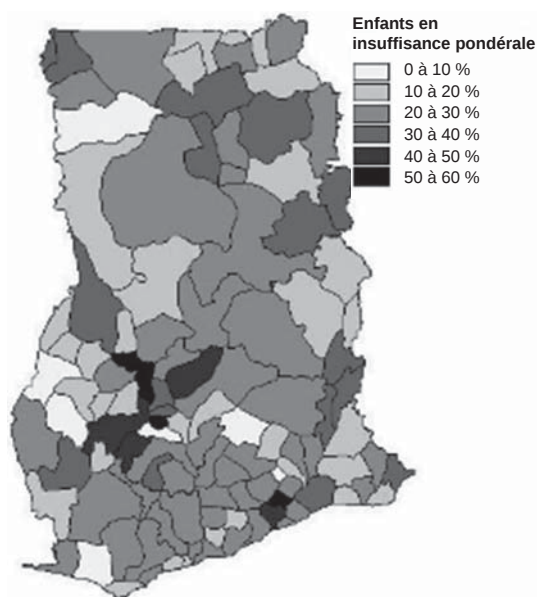
FIGURE A2.1. (a) Chiffres de l'insécurité alimentaire et (b) Déficit de l'apport calorique



Mention de source: Banque mondiale 2011

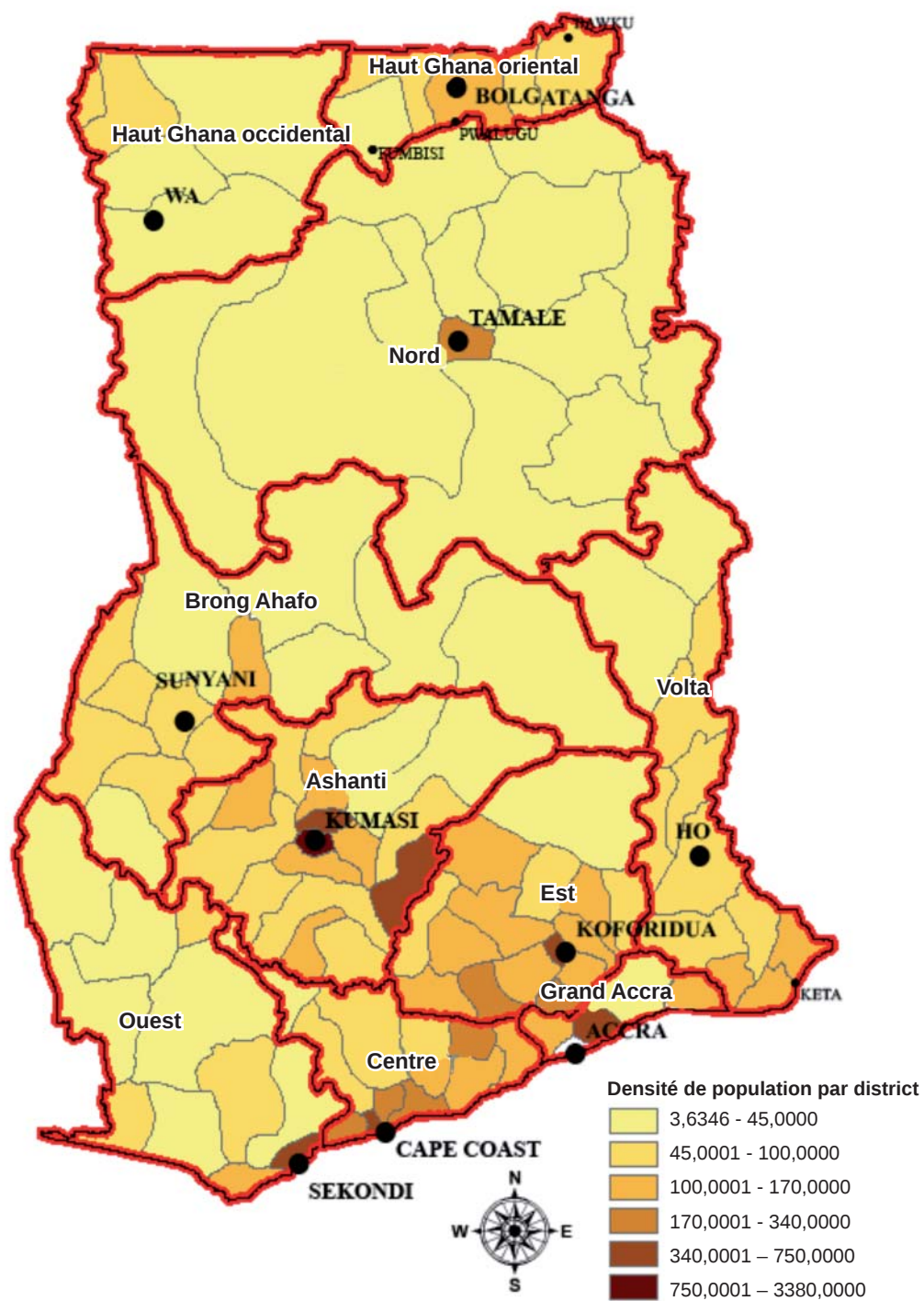
Remarque: kcal – kilocalorie

FIGURE A2.2. Enfants en insuffisance pondérale



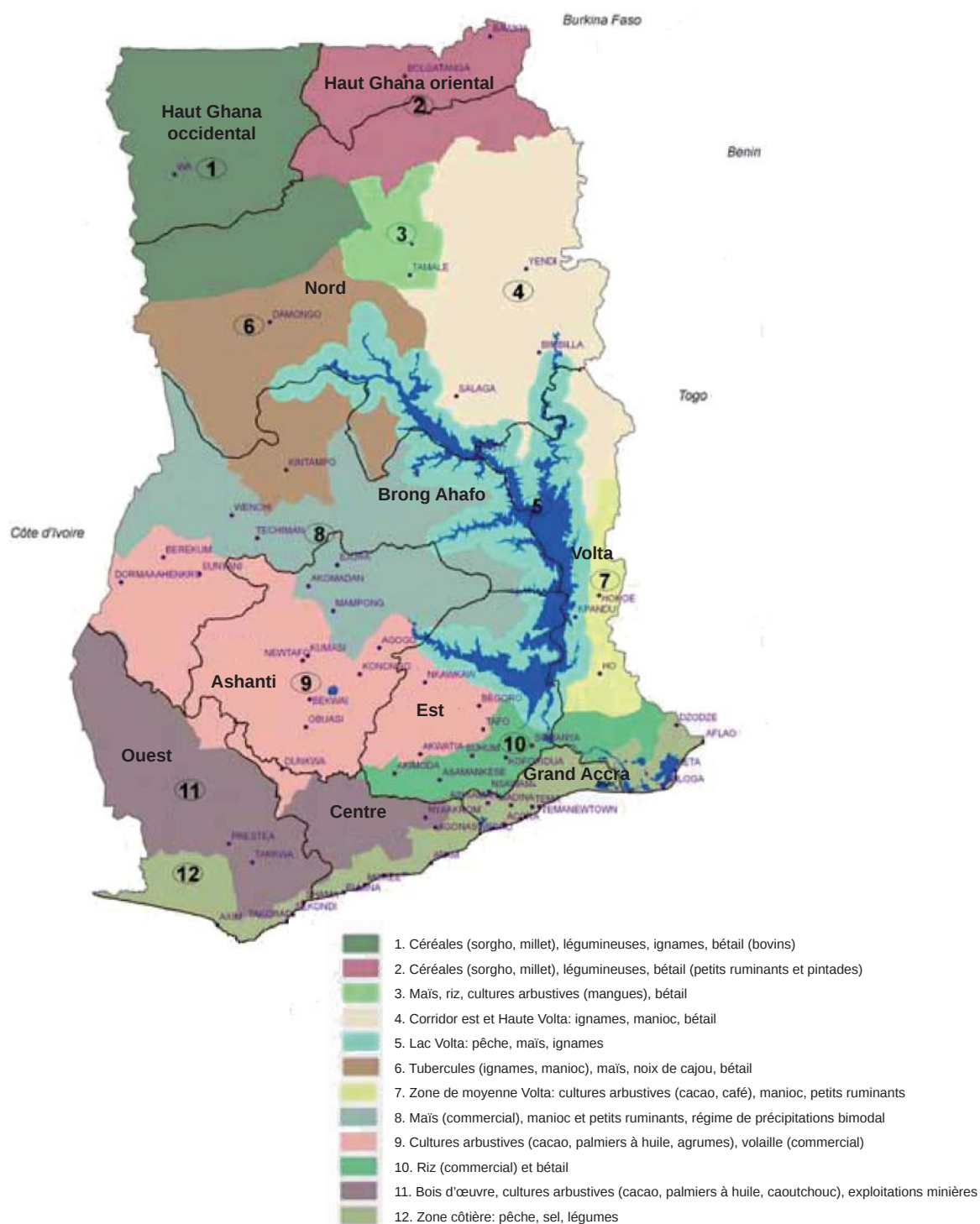
Mention de source: Banque mondiale 2011

FIGURE A2.3. Densité de la population par district



Mention de source: Ian Wilson (Keller-Bliesner Engineering)

FIGURE A2.4. Zones de subsistance du Ghana



Mention de source: FAO 2012

FIGURE A2.5. Trois zones d'intérêt

Haut Ghana oriental

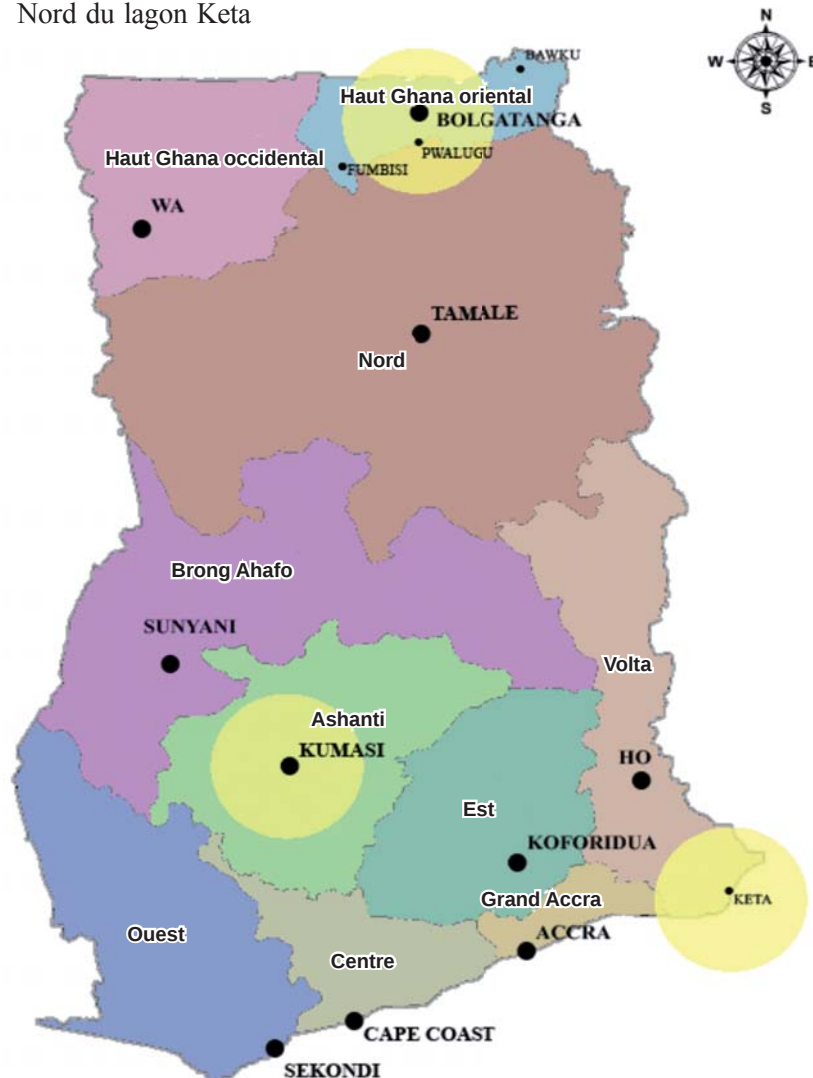
- Volta blanche à Pwalugu
- Zone de la rivière Sisili
- Rivière Kulda près de Bolgatanga

Région d'Ashanti

- Kumasi – zone urbaine
- Kumasi – zone périurbaine

Région de la Volta

- Bande de Keta
- Nord du lagon Keta



Mention de source: Ian Wilson (Keller-Bliesner Engineering)

ANNEXE 3. LES TYPES DE SOLS INVENTORIÉS DANS LE NORD DU GHANA, LEUR EMPLACEMENT SPÉCIFIQUE ET LEUR ADÉQUATION POUR LE FORAGE MANUEL DE PUIITS

Cette annexe est un exemple de la phase 1 de l'évaluation de la GEA, la collecte générale des données et leur interprétation. Les principaux sols convenant pour le forage manuel de puits dans le nord du Ghana sont décrits dans le tableau A3.1. La figure A3.1 présente une carte des sols du Ghana comme exemple des données à recueillir au cours du processus d'évaluation.

TABLEAU A3.1. Principaux sols convenant pour le forage manuel de puits dans le nord du Ghana

(ACf) Acrisols ferriques: Les acrisols sont des sols acides typiques des climats tropicaux et humides. Ces sols sont sujets au stress de sécheresse, à l'encroûtement, au compactage et à l'érosion. Les acrisols sont généralement utilisés pour cultiver de l'igname, du taro, de la banane et des limes. Les acrisols ferriques sont riches en fer. Ce sont en général des oxysols qui ont subi une altération importante. Ils sont parfois appelés ochrosols de savane. Ces ochrosols se forment dans les milieux de forêt et de savane dans des conditions de pluviosité de 900 à 1 650 mm.

Emplacement spécifique dans le nord du Ghana: Prédominants dans la région de Tamale.

Adéquation pour le forage: Convienient pour le forage manuel de puits. Il peut y avoir une couche lentement perméable d'argile ou de roche imperméable à une profondeur d'environ 24 pouces.

(ARb) Arénosols cambiques: Le cambique est un horizon de subsurface qui montre des signes d'altération par rapport aux horizons sous-jacents. Les arénosols sont des sols sableux montrant peu d'évolution/différenciation du sol, voire pas du tout, sur les sables alluviaux éoliens profonds.

Emplacement spécifique dans le nord du Ghana: A déterminer.

Adéquation pour le forage: Convienient pour le forage manuel de puits, avec quasiment aucune présence de couches restrictives.

(FLd) Fluvisols dystriques: Nouveaux sols alluviaux, parfois salins, situés le long des zones côtières. Les fluvisols sont des sols très variables dont la teneur en matière organique varie entre 0 et 30 pour cent. La plupart de ces sols sont acides avec une valeur de pH inférieure à 5,5 (fluvisols dystriques). Les fluvisols eutriques ont un pH plus élevé et proviennent de roches calcaires et ignées basiques ou de dépôts récents d'origine marine.

Emplacement spécifique dans le nord du Ghana: Essentiellement dispersés dans les zones riveraines et tributaires de la Volta noire.

Adéquation pour le forage: Convienient pour le forage manuel de puits, avec quasiment aucune présence de couches restrictives. Fortes possibilités d'eaux souterraines peu profondes.

(FLe) Gleysols eutriques: Les gleysols sont des sols humides près de la surface, de manière temporaire ou permanente. Les sols eutriques ont une très forte saturation en bases.

Emplacement spécifique dans le nord du Ghana: A déterminer.

Adéquation pour le forage: Convienient, mais peuvent devenir inadaptés si une zone est soumise à des cycles alternatifs d'humidité et de sécheresse susceptibles de créer éventuellement des horizons durcis pouvant former des couches restrictives.

(Suite page suivante)

TABLEAU A3.1. Principaux sols convenant pour le forage manuel de puits dans le nord du Ghana (suite)

(LPd) Leptosols: Ce sont des sols relativement peu profonds sur des sols très durs ou des matériaux graveleux (généralement 15 cm ou moins). Les leptosols dystriques se trouvent en général dans des zones à pluviosité élevée et peuvent être exposés au lessivage, ce qui donne des sols acides avec une valeur de pH inférieure à 5.

(LPe) Les leptosols eutriques ont un pH plus élevé et se trouvent dans des zones à plus faible pluviosité.

(LPq) Les leptosols lithiques ont un horizon B qui recouvre directement des roches dures et se trouvent souvent dans des paysages forestiers de montagne.

Emplacement spécifique dans le nord du Ghana: A déterminer.

Adéquation pour le forage: Ne conviennent pas pour le forage manuel de puits.

(LVh) Luvisols hapliques: Haplique est un terme qui indique que la majeure partie des 50 cm supérieurs du profil du sol sont unicolores. Les luvisols ont une accumulation d'argiles très actives dans la subsurface et une saturation moyenne à forte en bases.

Emplacement spécifique dans le nord du Ghana: A déterminer.

Adéquation pour le forage: Conviennent pour le forage manuel de puits.

(LX) Lixisols: Ce sont des sols fortement altérés dans lesquels l'argile a été éliminée de l'horizon éluvial par lessivage et emportée dans l'horizon de subsurface argillique (au moins 8 pour cent d'argile à texture de limon sableux), qui a des argiles peu actives et un niveau de saturation moyenne à forte en bases.

(LXf) Lixisol ferrique: Lixisol avec un horizon ferrique dans les 100 cm à partir de la surface du sol (marbrures nettes de fer qui ont subi une oxydation).

(LXg) Lixisol gleyique: Lixisol avec des propriétés gleyiques dans les 100 cm supérieurs. Des propriétés gleyiques signifient un sol qui est recouvert d'eaux souterraines de manière temporaire ou permanente, ce qui crée des conditions réductrices et fait apparaître des motifs de couleur gleyique.

(LXh) Lixisol haplique: Lixisol qui ne montre aucune caractérisation ou différenciation significative supplémentaire.

(LXp) Lixisol plinthique: Lixisol avec un mélange riche en fer et pauvre en humus d'argiles kaolinitiques contenant du quartz et d'autres composants, qui se transforme irréversiblement en couche dure lorsqu'il est exposé à des cycles répétés d'humidité et de sécheresse avec un libre apport d'oxygène (formant une couche dure ferrugineuse).

Emplacement spécifique dans le nord du Ghana: A déterminer.

Adéquation pour le forage: Contiennent généralement des composants graveleux et peuvent entraver le forage manuel de puits. Les lixisols ferriques et hapliques présentent un certain potentiel pour le forage manuel de puits. Les lixisols plinthiques ne conviennent pas pour le forage manuel de puits.

(Suite page suivante)

TABLEAU A3.1. Principaux sols convenant pour le forage manuel de puits dans le nord du Ghana (suite)

(PLd) Planosols dystriques: Un planosol est un sol dont l'horizon de surface est de couleur claire et de texture grossière et qui montre des signes de stagnation périodique des eaux et recouvre subitement un sous-sol dense et lentement perméable contenant considérablement plus d'argile que l'horizon de surface. Les planosols dystriques ont une saturation en bases inférieure à 50 pour cent.

Emplacement spécifique dans le nord du Ghana: A déterminer.

Adéquation pour le forage: Convienient pour le forage manuel de puits. La stagnation périodique d'eau pourrait provoquer une gleyification et des cycles alternatifs d'humidité et de sécheresse formant à leur tour des couches dures. Dans ce cas, ils ne conviendraient pas pour le forage manuel de puits.

(PTd) Plinthosols dystriques: Les plinthosols contiennent des minéraux argileux (essentiellement de la kaolinite) et de la silice qui durcit à l'exposition en concrétions ferrugineuses appelées plinthite. L'impénétrabilité de la couche de plinthite durcie, ainsi que les fluctuations de la nappe phréatique qui la produit, restreint l'utilisation de ces sols pour le pâturage ou la sylviculture. Les plinthosols dystriques ont une faible saturation en bases, généralement inférieure à 50 pour cent.

(PTe) Plinthosols eutriques: Ces plinthosols ont une forte saturation en bases et peuvent couramment se trouver dans les zones à faible pluviosité. Ces sols auront aussi une valeur de pH plus élevée.

Emplacement spécifique dans le nord du Ghana: A déterminer.

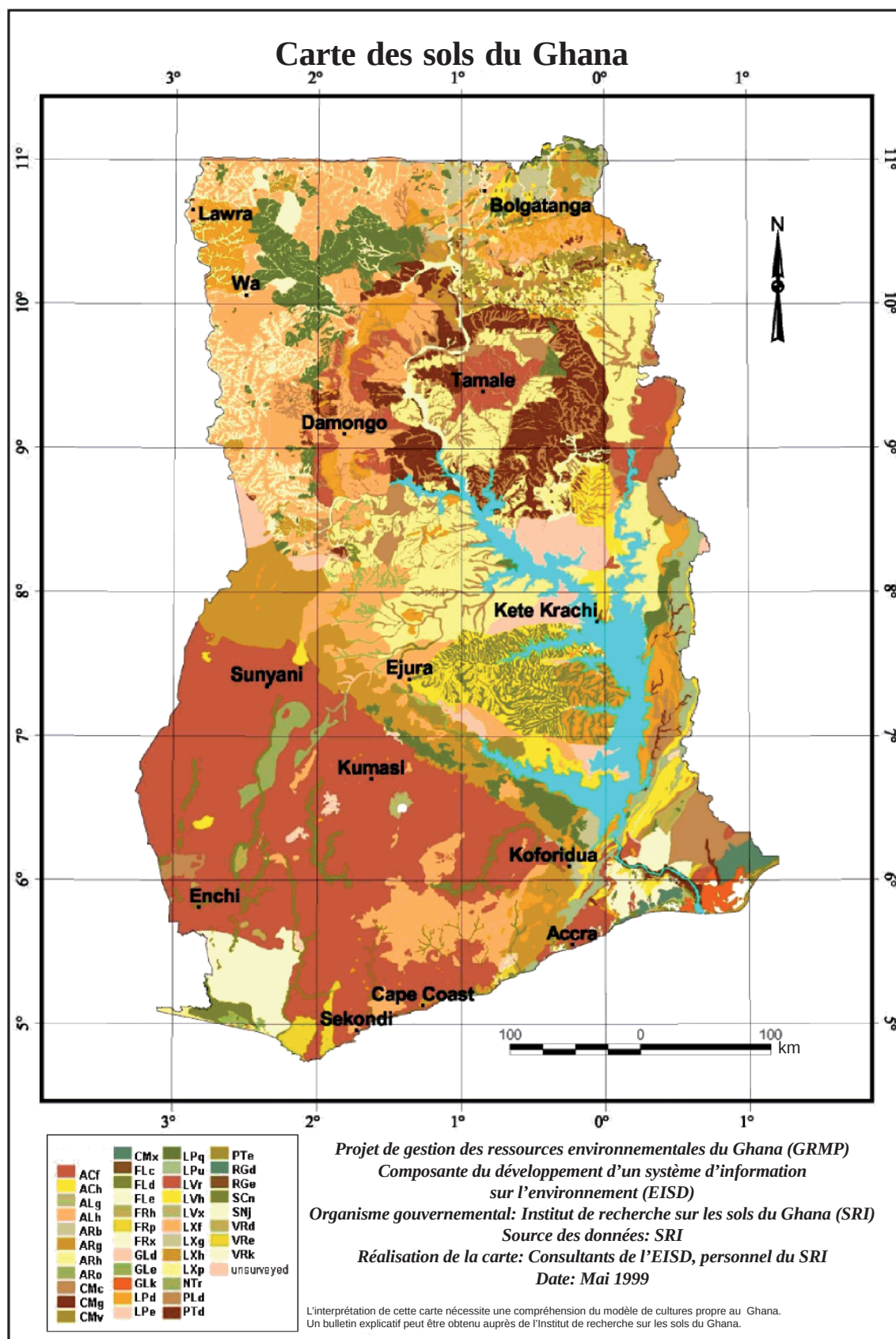
Adéquation pour le forage: Ne convienient pas pour le forage manuel de puits. Il peut parfois y avoir des roches de plinthite à une profondeur de moins de 50 cm.

(VRk) Vertisols calciques: Les vertisols sont des sols d'argile foncée qui gonflent et se fissurent avec le changement des conditions d'humidité. Les vertisols calciques sont des vertisols qui ont une couche de subsurface contenant de 2 à 20 pour cent de carbonates tendres et de 0 à 20 pour cent de fragments calcaires durs et/ou de nodules carbonatés.

Emplacement spécifique dans le nord du Ghana: A déterminer.

Adéquation pour le forage: Convienient pour le forage manuel de puits. Dans certains cas, les fragments calcaires durs peuvent faire obstacle au forage manuel de puits. Selon leur densité, le forage manuel de puits peut réussir là où les fragments sont très dispersés

FIGURE A3.1. Carte des sols du Ghana



ANNEXE 4. COLLECTE DES DONNÉES ET INFORMATIONS SUR LE TERRAIN

Les données et informations collectées sur le terrain au cours de la phase 2 de l'évaluation des ressources en eau ont été utilisées pour fournir davantage de données et d'informations détaillées sur les zones à fort potentiel pour une production agricole irriguée à forte valeur ajoutée. Le tableau A4.1 répertorie le type d'information à collecter au cours de la phase 2 et donne une brève explication des raisons pour lesquelles il faut recueillir ces informations, ainsi que les sources indicatives de ces informations. Le présent document étant axé sur l'évaluation des ressources en eau pour la production agricole à petite échelle, le tableau A4.1 met l'accent sur les données et informations portant sur les ressources en eau. Bien qu'il soit important de recueillir d'autres types d'informations sur les systèmes de culture, les conditions pédologiques, les modes de subsistance et les caractéristiques et tendances liées à la pauvreté, ce type de données et ces sources d'information ne sont pas décrits en détail parce que ce document est axé sur l'évaluation des ressources en eau. Par ailleurs, de nombreuses autres ressources offrent des informations, méthodes et outils pour la collecte des données portant sur ces autres aspects importants d'une évaluation de terrain et d'une collecte des données.

Les informations et données de terrain décrites ci-dessous sont essentiellement recueillies par le biais d'interviews menées avec des petits agriculteurs et agricultrices, des organisations locales (ex.: des coopératives agricoles et les ONG locales et internationales œuvrant dans la zone), des chercheurs effectuant des recherches dans la zone, du personnel universitaire spécialisé en agriculture, des enseignants, chefs et fonctionnaires locaux (ex.: personnel des services d'irrigation et d'agriculture et agents de vulgarisation agricole) et des représentants du secteur privé (ex.: foreurs de puits du secteur privé, négociants et vendeurs d'intrants agricoles).

TABLEAU A4.1. Données et informations de terrain collectées au cours de la phase 2 de l'évaluation des ressources en eau

Type d'information	Raison de la collecte d'information	Sources des données
<i>Eau</i>		
1. Disponibilité et accessibilité des ressources en eaux souterraines et de surface pendant toute l'année.	1. L'emplacement (distance entre les foyers et les fermes avec une petite parcelle de terrain), l'accessibilité (profondeur et niveau de difficulté pour accéder à l'eau en fonction du profil rocheux/du sol) et la disponibilité des ressources en eau à différentes époques de l'année influencent les coûts pour les agriculteurs et la main d'œuvre dont ils ont besoin pour accéder à l'eau. Par conséquent, la collecte d'information sur ces paramètres permet à l'équipe de calculer approximativement les montants que devront engager les agriculteurs pour accéder aux ressources en eau. De plus, la collecte de ce type d'information permet aussi à l'équipe de discuter des différents scénarios de valorisation des ressources en eau avec les agriculteurs et agricultrices de différents groupes ethniques/castes, afin d'évaluer par exemple s'ils investiraient dans un accès à l'eau à un endroit donné et pour un coût donné.	1. Les registres relatifs au forage de puits, s'ils sont disponibles, peuvent fournir des informations sur les caractéristiques du sol, la profondeur de l'eau, les apports en eau, etc.
2. Précipitations.		2. Les bases de données sur les puits forés, les puits traditionnels et les caractéristiques des points d'eau. Les types de point d'eau dans une zone, leur profondeur moyenne et le niveau statique de l'eau, les puits, le forage de puits et la qualité de l'eau.
3. Salinité.*		3. Les discussions avec les agriculteurs, les organismes publics locaux et les organisations locales d'aide offrent des informations verbales qualitatives sur l'utilisation des technologies de gestion de l'eau. La reconnaissance visuelle de l'utilisation des technologies par les agriculteurs confirme la communication verbale. Des discussions supplémentaires avec les agriculteurs et agricultrices sont utiles pour évaluer leur intérêt et leur volonté d'investir dans les technologies de gestion de l'eau.
4. Accès des petits exploitants agricoles à l'eau pendant toute l'année et pour différents usages (besoins domestiques, irrigation, etc.), différenciés selon qu'il s'agit d'utilisateurs ou d'utilisatrices (et selon d'autres caractéristiques distinctives telles que les revenus ou les différences de caste).		
5. Où et comment les petits exploitants agricoles obtiennent l'eau (ex.: pompage dans les lacs, puits individuels par ménage, puits communautaires, barrages), différenciés selon qu'il s'agit d'utilisateurs ou d'utilisatrices (et selon d'autres caractéristiques distinctives telles que les revenus ou les différences de caste).		
6. Comprendre comment les petits exploitants agricoles utilisent actuellement les ressources en eau (ex.: besoins domestiques, irrigation), différenciés selon qu'il s'agit d'utilisateurs ou d'utilisatrices (et selon d'autres caractéristiques distinctives telles que les revenus ou les différences de caste).	2. La plupart des cultures de légumes et de produits à forte valeur ajoutée exigent de l'eau d'irrigation avec une CE < 750 µS/cm (MDT < 525 mg/litre).	
7. Disponibilité et prédominance d'utilisation des technologies de gestion de l'eau, dont les types de technologies d'élévation de l'eau (ex.: seau, pompes à corde et à disque, pompes à pédales, pompes à moteur), différenciées selon qu'il s'agit d'utilisateurs ou d'utilisatrices (et selon d'autres caractéristiques distinctives telles que les revenus ou les différences de caste).	3. La compréhension de la disponibilité et de l'utilisation des technologies d'accès à l'eau (seau, corde et disque, pompes à moteur) par les hommes et les femmes fournit des informations sur l'accessibilité à l'eau et les pratiques actuelles de culture, ainsi qu'un aperçu des domaines possibles d'amélioration.	

(Suite page suivante)

TABLEAU A4.1. Données et informations de terrain collectées au cours de la phase 2 de l'évaluation des ressources en eau (suite)

Type d'information	Raison de la collecte d'information	Sources des données
Moyens de subsistance		
1. L'importance relative des activités agricoles et non agricoles dans les moyens de subsistance et les stratégies rémunératrices des familles à faible revenu.	1. Comme dans la phase 1, il importe de veiller à ce que l'intervention envisagée soit adaptée aux modes actuels de subsistance des communautés. Si, par exemple, la population est engagée dans des activités lucratives d'exploitation minière, elle peut ne pas être intéressée par l'agriculture.	1, 2, 3. Les discussions avec les agriculteurs, responsables locaux des pouvoirs publics, organisations locales œuvrant dans la zone, entreprises locales, etc., et la reconnaissance visuelle sur le terrain fournissent un ensemble significatif d'informations sur ces variables.
2. Les différences ethniques, religieuses, de caste et de genre dans les stratégies de subsistance.	2. La compréhension des différences ethniques, religieuses, de caste et de genre dans les modes de subsistance offre l'occasion d'impliquer et de servir à la fois les hommes et les femmes de diverses religions et ethnicités.	
3. La prévalence et la répartition de la pauvreté.	3. La reconnaissance sur le terrain confirme les données sur la pauvreté recueillies au niveau national à la phase 1.	
Gestion de l'agriculture et des terres		
1. Les cultures produites dans la zone et leur diversification, y compris les différences entre les cultures exploitées par les femmes et les hommes**	1. La compréhension de la meilleure manière d'accéder à l'eau pourrait améliorer la production actuelle de cultures et/ou permettre l'intégration de cultures irriguées à forte valeur ajoutée dans la production actuelle.	
2. La répartition des tâches dans les pratiques de GEA pour les cultures produites, ex.: désherbage, application de l'eau.	2. La compréhension de la manière dont une intervention pourrait bénéficier différemment aux hommes et aux femmes, et la sélection de mesures bénéficiant aux femmes, ex.: en mettant l'accent sur les pratiques de gestion de l'eau dont les femmes sont responsables. La compréhension des contraintes propres aux femmes/groupes ethniques auxquelles il faut remédier, ex.: les contraintes liées aux déplacements et l'accès aux marchés.	
3. La taille moyenne des parcelles des agriculteurs pour les différentes cultures.	3. Déterminer les cultures possibles et l'ampleur des cultures qui pourraient être produites en agriculture irriguée.	
4. Les divers régimes fonciers en vigueur pour les hommes et les femmes, les droits fonciers formels et informels et l'utilisation des terres pour les activités agricoles.	4. La compréhension de la manière dont les questions de régimes fonciers risquent de peser sur l'investissement dans l'irrigation et l'agriculture irriguée.	
5. <i>Sol</i> . Les types de sol, leur qualité, leur fertilité et les pratiques de gestion en vigueur.		
6. <i>Intrants</i> . Les intrants utilisés par les agriculteurs et agricultrices pour la production des cultures, la qualité des intrants.		
7. <i>Ravageurs/maladies</i> . Les problèmes de ravageurs et de maladies et l'efficacité des pratiques en vigueur de gestion des ravageurs et maladies.		
8. Les sources d'information, la formation, l'appui et les conseils à l'agriculture.		

TABLEAU A4.1. Données et informations de terrain collectées au cours de la phase 2 de l'évaluation des ressources en eau (suite)

Type d'information	Raison de la collecte d'information	Sources des données
<i>Autres</i>		
1. Les services existants et les mécanismes de soutien; l'utilisation de ces services par les hommes et les femmes (ex.: les services de formation agricole, les produits et services financiers).	1. La compréhension des services en place et l'évaluation de l'adéquation de ces services pour répondre aux besoins des agriculteurs et agricultrices permet à la conception des programmes de se fonder sur les services d'appui en place ou de déterminer les lacunes qu'il faut combler. Par exemple, il arrive souvent que les services de vulgarisation agricole ne donnent pas de conseils sur les cultures horticoles de saison sèche et n'engagent pas de femmes dans les programmes de formation; la conception du programme pourrait donc chercher à renforcer les compétences des agents des services de vulgarisation tout en remédiant au manque de compétences des agricultrices.	

Remarques: CE – Conductivité électrique; MDT – Matières dissoutes totales.

* La salinité est mesurée au moyen d'un conductimètre électrique portable. Plus la CE est élevée, plus il y a de matières solides dissoutes (mesurées en parties par million équivalant aux milligrammes par litre [mg/litre]) dans l'eau et plus il est difficile aux plantes d'extraire l'eau du sol. Les valeurs générales sont: excellent: CE < 250 µS/cm, MDT < 175 mg/litre; bon: CE 250-750 µS/cm, MDT 175-525 mg/litre; acceptable: CE 750-2 000 µS/cm, MDT 525-1 400 mg/litre.

** Pour en apprendre davantage sur le rôle joué par les femmes et les hommes dans les systèmes de production agricole, le projet AgWater Solutions a mis au point un mappeur repérant les disparités de genre en Afrique subsaharienne (disponible sur <http://gender.mappr.info/explore.php>).

ANNEXE 5. TYPES DE SOURCES D'EAU ET DE TECHNOLOGIES D'IRRIGATION

Eaux souterraines

Les eaux souterraines peu profondes sont la source la plus courante d'eau pour les petits exploitants agricoles parce qu'elles sont presque partout présentes et relativement accessibles. Les éléments à prendre en considération pour l'utilisation des eaux souterraines sont les caractéristiques de la couche de terrain qui recouvre la nappe phréatique, la profondeur jusqu'à la surface de la nappe et le taux de recharge des eaux dans différentes tailles de puits (apport en eau).

Aux fins de la présente étude, les eaux souterraines peu profondes sont les eaux des nappes accessibles à une profondeur inférieure à 18 m (une élévation de 18 m représente la limite de pompage pratique et économique pour les petites parcelles, à l'exception de celles qui sont équipées de pompes électriques submersibles à grille qui peuvent pomper l'eau de manière économique à de plus grandes profondeurs. Plus les eaux souterraines sont profondes, plus il faut de travail [énergie] pour élever l'eau jusqu'à la surface, ce qui pose des limites pratiques à l'utilisation des pompes manuelles et des limites économiques à celle des pompes à moteur à cause du coût de l'énergie) sous la surface du sol à la fin de la période d'irrigation de saison sèche (à la fin de février dans le cas du nord du Ghana). Les typologies des eaux souterraines répertoriées dans le tableau 2 incluent une catégorie «très peu profond» qui signifie des profondeurs d'eau inférieures à la limite de la hauteur d'aspiration (nous recommandons que la valeur générale par défaut pour la hauteur pratique d'aspiration la plus élevée pour l'eau froide soit de 8 m [26 pieds] lorsque la parcelle du petit agriculteur est à 500 m au-dessus du niveau de la mer ou moins. La hauteur maximale devrait être réduite d'un mètre pour chaque 1 000 m au-dessus du niveau de la mer supplémentaires); il y a d'autre part la catégorie «plus profond» qui signifie une profondeur dépassant la limite de la hauteur d'aspiration.

Les puits à faible apport d'eau étudiés ici sont ceux dont le débit soutenu ne suffit pas pour irriguer 0,1 ha pendant la période de pointe de la demande (ex.: moins d'approximativement 0,1 litre/s). Avec les aquifères à faible apport en eau, il faut considérer avec attention les questions de durabilité, y compris la densité, pour garantir que le niveau d'eau reste dans les limites des profondeurs de pompage de la technologie et que l'apport d'eau est suffisant pour satisfaire les besoins quotidiens de pointe de la zone irriguée. L'apport d'eau peut diminuer pendant la période de forte demande (à cause d'une réduction de l'épaisseur saturée). L'apport quotidien réel peut être augmenté grâce aux puits creusés qui permettent le stockage des eaux s'infiltrant pendant la nuit. Ici, les puits considérés comme ayant un fort apport en eau sont ceux qui ont au moins dix fois le débit des puits à faible apport (ex.: un débit soutenu dépassant 1 litre/s), ce qui suffit généralement pour irriguer dix fois la superficie (ex.: 1 ha) pendant les périodes de forte demande et sur 24 heures.

La plupart des puits utilisés par les petits exploitants agricoles pour l'irrigation sont soit des puits creusés manuellement, soit des puits forés manuellement. Les puits creusés ont l'avantage d'être une technologie universellement comprise et d'offrir grâce à leur grand diamètre une capacité de stockage, ce qui est particulièrement important dans les situations où l'apport en eau des eaux souterraines est faible. Ils ont par contre le grand inconvénient de ne pas pénétrer beaucoup en dessous de la surface de la nappe. Ils sont aussi souvent dangereux. Les principaux avantages des puits forés manuellement sont leur faible coût lorsque les conditions de forage sont adéquates et qu'il est possible de les forer sous la nappe, ce qui augmente l'apport d'eau (la profondeur d'un puits dans la zone saturée sous la nappe a plus d'effet sur l'apport en eau que le diamètre du puits) et diminue le risque d'assèchement pendant la saison sèche.

Les techniques de forage manuel de puits les plus courantes sont le forage simple à boue et le forage rotatif à boue. Le forage simple à boue n'est praticable qu'avec des eaux souterraines peu profondes à fort apport en eau et un minimum de roche ou de couche dure. Dans des conditions favorables, c'est une technique qui convient bien pour aménager un accès à de l'eau d'irrigation pour les petits exploitants agricoles. Il faut utiliser le forage rotatif à boue lorsqu'il y a de la roche ou une couche dure dans le substratum et que des diamètres de puits de plus de 6 cm sont nécessaires (ex.: pour l'installation d'une pompe à corde et à disque ou d'un autre type de pompe submersible). Si la couche dure ou rocheuse est importante, le forage rotatif à boue par voie manuelle sera très vraisemblablement trop coûteux pour les petits exploitants agricoles. Toutefois, pour les aquifères profonds à fort apport d'eau, sans couche rocheuse ou dure dans le substratum, le forage rotatif à boue de puits peut être économiquement viable pour les petits exploitants agricoles.

Bien que les puits tubés forés mécaniquement et équipés de pompes à moteur submersibles que plusieurs petits exploitants agricoles se partagent constituent une solution techniquement réalisable pour accéder aux eaux souterraines, ils pâtiennent souvent des problèmes habituels de partage des installations liés au fonctionnement et à l'entretien. Les puits forés mécaniquement ne sont pas limités par les couches rocheuses ou dures et peuvent pénétrer beaucoup plus profondément dans les aquifères et par conséquent fournir des apports d'eau beaucoup plus importants que les puits forés manuellement. Toutefois, en raison du coût élevé de l'équipement de forage et du transport de l'installation de forage jusqu'au site, les puits forés mécaniquement doivent être partagés par plusieurs petits exploitants agricoles et avoir une capacité suffisante pour irriguer une superficie assez étendue pour qu'ils soient économiquement viables. L'équipe de terrain du nord du Ghana a observé un système de puits tubé foré mécaniquement et équipé d'une pompe électrique submersible dans le nord-est du Ghana, mais le système n'a jamais été terminé et le réseau électrique n'a jamais atteint le puits.

Cours d'eau et réservoirs

Même si l'approvisionnement en eaux de surface est abondant, les petits exploitants agricoles individuels doivent généralement se limiter à travailler le long des berges des cours d'eau et rivières ou autour des étangs, lacs et réservoirs adjacents. Cela s'explique par le fait qu'ils n'ont pas les moyens d'amener l'eau très loin ou de lui faire franchir de longues pentes abruptes. Les caractéristiques importantes des approvisionnements naturels en eaux de surface sont leur fiabilité, leur proximité et leur niveau élevé par rapport aux parcelles à irriguer.

Les petits réservoirs, courants dans le nord du Ghana, sont des systèmes de collecte des eaux de pluie à l'échelle des communautés. Ils peuvent être équipés ou non de dispositifs de décharge opérationnels. Même sans ces dispositifs, les petits réservoirs permettent aux petits agriculteurs d'accéder à l'eau pour l'irrigation en la pompant directement dans le réservoir, en la siphonnant par-dessus le barrage et en pompant à partir des eaux souterraines rechargées par le réservoir. Les réservoirs sont des systèmes d'approvisionnement en eau à usages multiples. C'est pourquoi il importe, lorsqu'on prévoit d'utiliser l'eau d'un réservoir pour l'irrigation, de calculer la superficie qui peut être irriguée avec l'eau du réservoir sans nuire aux autres utilisations déjà en place et de gérer efficacement l'utilisation de l'eau du réservoir.

Documents de travail de l'IWMI

- 156 *Évaluation rapide de la disponibilité en eau et des technologies appropriées pour la petite agriculture: directives pour les acteurs de terrain.* Andrew Keller, Elizabeth Weight and Stuart Taylor. 2013. (Existe aussi en version anglaise).
- 155 *Opportunités d'investissement dans le forage manuel de puits en Ethiopie.* Elizabeth Weight, Robert Yoder et Andrew Keller. 2013. (Existe aussi en version anglaise).
- 154 *Improving the Supply Chain of Motor Pumps to Expand Small-scale Private Irrigation in Zambia.* Willem Colenbrander and Barbara van Koppen. 2012.
- 153 *Gender Aspects of Small-scale Private Irrigation in Africa.* Barbara van Koppen, Lesley Hope and Willem Colenbrander. 2012.
- 152 *Investing in Agricultural Water Management to Benefit Smallholder Farmers in Ethiopia. AgWater Solutions Project Country Synthesis Report.* Alexandra E. V. Evans, Meredith Giordano and Terry Clayton (Editors). 2012.
- 151 *Investing in Agricultural Water Management to Benefit Smallholder Farmers in Madhya Pradesh, India. AgWater Solutions Project Country Synthesis Report.* Alexandra E. V. Evans, Meredith Giordano and Terry Clayton (Editors). 2012.
- 150 *Investing in Agricultural Water Management to Benefit Smallholder Farmers in Zambia. AgWater Solutions Project Country Synthesis Report.* Alexandra E. V. Evans, Meredith Giordano and Terry Clayton (Editors). 2012.
- 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 et Terry Clayton. 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.

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

Consulter

www.iwmi.org/publications/index.aspx

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