

grid

Le magazine du réseau de l'IPTRID

Numéro 28, février 2008. Publication semestrielle.

Programme international pour la recherche et la technologie en irrigation et drainage (IPTRID)



SOMMAIRE

Les questions de politique de l'eau en Inde

La réutilisation des eaux usées dans la Bande de Gaza

Irrigation au goutte-à-goutte au Kenya

Project GEMAWED

Dispositif de fertigation en irrigation de surface

Nouvelles publications



grid

**Le Magazine du réseau
de l'IPTRID
Numéro 28, Février 2008**

Proposition d'articles

GRID lance un appel à contribution pour des textes courts, destinés en particulier aux rubriques Agenda et Forum. Ces articles peuvent contenir des photos ou dessins, à condition que leur qualité permette leur reproduction en format réduit. Envoyez ces articles au Programme international pour la recherche et la technologie en irrigation et drainage (IPTRID), Division de la mise en valeur des terres et des eaux, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie.

Les auteurs qui proposent leurs articles acceptent tacitement que les droits de publication soient transmis aux éditeurs dès que l'accord de publication a été donné.

Les opinions et les données publiées dans GRID n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs, et ne reflètent pas nécessairement les vues de l'IPTRID ou des éditeurs.

Comité de rédaction

Carlos Garcés-Restrepo, Rédacteur en chef – Hervé Levite, Rédacteur invité – Personnel technique de l'IPTRID, révision des articles

Editeurs

Publié par la FAO, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

ISSN 1021-268X

Parrainages de GRID

Department of International Development, Royaume-Uni

Organisation de Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Italie

Ministère des affaires étrangères, France

Ministère de l'agriculture, des pêches et de l'alimentation, Espagne

Secrétariat de l'IPTRID, Italie

Les désignations employées et les articles figurant dans ce périodique n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Date limite de proposition des articles pour le Numéro 29: 30 juin 2008.



Dispositif d'irrigation moderne: système d'irrigation à pivot central. (FAO)

Objectifs et champ d'action

La publication de GRID vise à favoriser la communication entre chercheurs et professionnels dans les domaines de l'irrigation et du drainage. Tout en informant ses lecteurs sur les activités de l'IPTRID et sur l'état de la recherche et du développement en matière d'irrigation et de drainage, ce bulletin se propose d'encourager un débat international sur ces questions.

GRID s'adresse à des professionnels travaillant à des projets d'irrigation et de drainage dans les pays en développement, ou s'intéressant à des travaux de ce type. Toutes les disciplines se rattachant à ce sujet y sont abordées, y compris l'ingénierie, l'agriculture et les sciences sociales.

SOMMAIRE

Mots de bienvenue du Responsable du programme	3
Entretien avec M. Daniel Zimmer	4
ARTICLE DE FOND	
Les questions liées à la politique de l'eau en Inde: résultats de l'étude et proposition d'interventions politiques	6
EAUX SOUTERRAINES	
Guanajuato, Mexique: une nouvelle approche de gestion des eaux souterraines	8
CONSERVATION DE L'EAU	
Analyse des impacts socioéconomiques des programmes de réutilisation des eaux usées dans la bande de Gaza	11
MODERNISATION	
Kits d'irrigation au goutte-à-goutte, à faible pression, au Kenya	14
RENFORCEMENT DES CAPACITES	
Promouvoir l'égalité entre les sexes en matière de gestion des ressources en eau dans la région méditerranéenne: le projet GEWAMED	16
COMMUNICATION ET INFORMATION	
Le rôle du SIG en matière de développement rural	18
RECHERCHE ET TECHNOLOGIE	
Le canal de GIGNAC: une application expérimentale dans le domaine de la gestion des canaux d'irrigation	19
Dispositifs de fertigation pour l'irrigation de surface en Egypte	21
COMPTE RENDU DE LIVRES	
Dispositifs élévatoires	22
NOUVELLES DE L'IPTRID	
Evaluation par l'IPTRID du projet APPIA en Afrique de l'Ouest et de l'Est	23
Evaluation du projet MREA par l'IPTRID	23
Changements au sein du personnel de l'IPTRID	24
FORUM	
Quelle quantité d'eau est nécessaire pour l'élevage?	26
AGENDA	
Conférences et symposiums	28



Le mot de bienvenue du Responsable du Programme

Cher lecteur,

Nos activités

Comme prévu, les six mois qui se sont écoulés depuis notre dernier numéro de GRID ont été consacrés à la réorganisation de notre système de gouvernance. Une réunion du Comité Directeur s'est tenue à Stockholm, en août 2007, pour établir les fondations de notre nouvel organe de direction, le comité de pilotage (CP). Le groupe consultatif s'est réuni à Sacramento, USA, en octobre 2007, dans l'objectif de formaliser les changements proposés. Lors de la première réunion du CP à Londres, au mois de novembre, nos trois bailleurs de fonds principaux, c'est-à-dire le DFID du Royaume-Uni, le Ministère français des affaires étrangères, et la FAO (peut-être serons nous bientôt en mesure d'ajouter l'Espagne) ont renouvelé leur soutien à l'IPTRID pour 2008 et au-delà. Ils ont souhaité que soit définie en place une nouvelle stratégie et un nouveau programme de travail soutenus par des actions de terrain. Notre objectif ne change pas : faciliter l'appropriation de la recherche, ainsi que les échanges technologiques dans le domaine de l'agriculture irriguée, dans les pays les plus défavorisés.

Par ailleurs, le programme a poursuivi ses engagements et confirmé son appui à travers plusieurs initiatives, dont la signature d'accords avec nos partenaires ANAFIDE, au Maroc, et ARID, en Afrique de l'Ouest (dont le siège se trouve au Burkina-Faso). Ces accords visent à assurer la poursuite des conférences électroniques dans les domaines du déficit hydrique et de la micro-irrigation, et ce, dans le cadre du projet CISEAU. Nous avons aussi préparé et publié pour l'ARID la version française du Manuel « Diagnostic participatif rapide et planification des actions d'amélioration des performances des périmètres irrigués » dans le cadre du projet APPIA.

Nous avons intensifié nos interventions en Inde et en Tanzanie dans le cadre de l'évaluation de la pompe suisse à pédale (PeP). En Egypte, nous avons achevé l'étude sur l'appropriation de la recherche en irrigation et en drainage. En collaboration avec la Division NRLW, le partenaire nous hébergeant au sein de la FAO, nous avons commencé à faire le point à l'échelle mondiale sur le développement des techniques d'irrigation à partir d'épandage des eaux de crue.

Quelques mots sur ce numéro

Hervé Lévite, notre cadre technique principal, est une nouvelle fois le rédacteur invité de notre magazine, GRID 28, le premier numéro de cette année 2008. Ce magazine phare attire toujours autant l'intérêt international, preuves en sont les nombreux messages de soutien, y compris une demande de l'Asie Centrale, au moment de la mise sous presse de ce numéro, qui souhaiterait en obtenir une traduction en russe - une éventualité que nous sommes en train d'examiner. Nous sommes confiants que ce numéro ne décevra pas vos attentes.

Pour notre interview, nous avons fait appel à M. Daniel Zimmer, le Secrétaire Exécutif du Conseil Mondial de l'Eau, qui nous a rappelé les activités de son organisation, et a expliqué comment celles-ci pouvaient se rapporter à notre travail ; il a par la même occasion fait des suggestions utiles pour le développement et la réussite de l'IPTRID. Notre article de fond, en provenance d'Inde, fait partie de notre accord PSPP (Programme de Soutien de la Politique des Pays) avec la CIID et nous avons convenu d'ajouter prochainement un article supplémentaire à ce programme. Nous vous présenterons ensuite des articles émanant du monde entier : en partant du Mexique, avec le travail des COTAS, les conseils techniques des eaux souterraines, en passant par la Bande de Gaza, qui a fourni des détails sur les projets de réutilisation des eaux usées, et par le Kenya, qui met en œuvre des efforts remarquables dans le cadre d'une technologie à prix abordable, les kits d'irrigation au goutte-à-goutte. La région méditerranéenne, quant à elle, nous propose un article sur l'aspect genre dans le secteur de l'irrigation, thème abordé pour la première fois dans ce magazine.

La section *recherche et technologie* passe en revue un équipement scientifique original d'un canal d'irrigation en France, ainsi qu'un dispositif de fertigation en Egypte. Un autre article illustre le rôle des SIG dans le développement rural. Dans la rubrique *Forum* enfin, un article sur l'eau et l'élevage mérite certainement votre attention. En conclusion, la rubrique *Nouvelles publications* aborde le thème des dispositifs élévatoires.

Je vous souhaite une bonne lecture, et n'oubliez pas de nous envoyer vos contributions. GRID vous appartient !

Carlos Garcés-Restrepo
Responsable du Programme IPTRID

Entretien avec Daniel Zimmer

Dans ce nouveau numéro de GRID, nous avons plaisir de vous faire part de notre entretien avec le Secrétaire exécutif du Conseil Mondial de l'Eau, M. Daniel Zimmer. Le CME est une plate-forme destinée à sensibiliser l'opinion et à encourager les débats critiques sur les questions d'eau à tous les niveaux. A ce titre c'est un interlocuteur privilégié pour l'IPTRID dont les objectifs sont similaires même s'ils sont limités aux thèmes plus spécifiques de la recherche et la technologie en eau agricole. Monsieur Zimmer nous donne ici son point de vue sur son organisation et sur les interactions possibles avec notre programme [La rédaction]



compréhension des grandes questions comme des intérêts en jeu. Le chemin sera encore long, mais les ponts sont construits pour réduire les divisions sur les questions d'intérêts, d'idéologies et de solidarité pour le bien de la planète et de ses habitants.

Quelle importance le Conseil Mondial accorde-t-il au thème «eau agricole» en comparaison avec le thème «eau potable et assainissement»? Ne pensez-vous pas qu'il y a un certain déséquilibre en faveur de ce dernier?

Le thème de l'«eau agricole» ne dispose pas d'une bonne représentation internationale qui pourrait communiquer au monde des messages simples et clairs. Le CME s'efforce de mettre cette question sur l'agenda mondial, mais elle ne peut pas compenser la faiblesse de la représentation internationale.

Plus généralement, j'ai remarqué que les questions qui sont au centre du débat mondial sont celles qui sont directement liées à l'eau et non pas celles où l'eau est simplement un élément nécessaire à une autre activité. Les sujets tels que «l'eau pour la santé» ou «l'eau pour l'industrie» ne sont pas mieux représentés que «l'eau pour l'agriculture».

Cela met en lumière une importante caractéristique de la communauté des acteurs de l'eau qui, depuis les dix dernières années, fait un travail remarquable de mise en cohérence. Cette communauté a oublié que le

thème de l'eau, en général, n'est pas une fin en soi, mais simplement un moyen de réaliser des objectifs, la production alimentaire étant l'un d'entre eux.

Je dis souvent que la communauté des acteurs de l'eau a besoin d'une Révolution copernicienne: elle devrait se considérer elle-même plus comme une planète dans un système interconnecté plutôt que le centre de l'univers!

Pouvez-vous nous parler de la préparation du Forum Mondial de l'eau d'Istanbul? L'irrigation et le drainage peuvent-ils être à nouveau à l'ordre du jour international, surtout dans un pays comme la Turquie, où les investissements y ont été énormes au cours des dernières années?

Le Forum de l'eau d'Istanbul sera organisé autour des 100 plus importantes questions auxquelles nous devons répondre afin de faire progresser significativement les formidables défis qui nous attendent dans le domaine de l'eau. Un travail collectif est en cours pour élaborer ces questions et je suis certain que l'eau agricole sera placée à un niveau respectable sur cette liste.

Le CME est leader des activités sur le financement de l'eau pour l'agriculture. Pouvez-vous nous en parler et nous faire part des premiers résultats?

Le travail sur ce sujet a démarré lors de la préparation du Forum de Mexico. On avait alors soulevé le problème de la priorité des financements, pour savoir là où ils devaient être les plus utiles. Pour les spécialistes de l'eau, la priorité est le développement de l'irrigation. Mais lorsqu'ils sont confrontés au monde financier, ces mêmes spécialistes ont des difficultés à expliquer plus précisément si leurs besoins sont de construire de nouveaux périmètres, de quel type, s'il faut moderniser l'existant ou construire de nouvelles structures de stockage ou

encore protéger les ressources en eau. Une des difficultés supplémentaires est qu'actuellement personne dans le domaine n'est convaincu que construire de nouveaux systèmes et consommer plus d'eau peut être une priorité alors qu'on se trouve de plus en plus face à un enjeu de rareté de l'eau. Il reste beaucoup d'efforts à faire pour développer un message en cohérence avec la perception générale.

Le suivi-évaluation est un aspect essentiel pour réaliser des Objectifs du Millénaire pour le Développement. Vous êtes responsable de la «water monitoring alliance». Pouvez-vous nous dire quels outils ont été développés dans le cadre de du suivi du thème «eau et alimentation»?

Une des plus grandes difficultés provient du manque de coordination entre les institutions engagées sur le sujet. Beaucoup de données sont générées mais ne sont pas disponibles pour ceux qui en ont vraiment besoin. Nous avons créé la Water Monitoring Alliance en réponse à ce problème. Nous avons déjà recueilli des informations de 120 programmes de suivi évaluation qui travaillent sur l'eau et nous en découvrons de nouveaux chaque jour. Le site web de la Water Monitoring Alliance est conçu pour faciliter l'accès aux données relatives à l'eau en fournissant des informations à ces programmes et en incitant les collaborations. Nous développons également des pages par pays ou région avec des données disponibles.

Concernant le CME et l'IPTRID

Connaissez-vous les activités de notre programme?

J'ai eu le plaisir de travailler avec l'IPTRID pendant plusieurs années dans mon poste précédent au Cemagref, l'Institut français de recherche sur l'agriculture et l'environnement. C'était

dans les premières années de l'IPTRID, et je crois que beaucoup de travaux pertinents ont été réalisés à l'époque par les institutions de recherche dans plusieurs pays.

Etant donné que le CME est en contact avec un grand nombre d'institutions qui travaillent sur l'eau, quel rôle pensez-vous le programme IPTRID pourrait jouer dans le moyen terme?

Je pense que beaucoup doit être fait pour améliorer et diffuser les connaissances sur toutes les techniques de gestion de l'eau, allant de l'irrigation à grande échelle aux pratiques d'agriculture de conservation. La Gestion de l'eau agricole devrait s'appuyer sur une approche globale, et la technologie en est un élément clé. Une question importante à régler porte sur les conditions d'adoption des nouvelles technologies par les agriculteurs. Ces conditions doivent être mieux comprises. Dans cet esprit, un travail est nécessaire autour de la notion de « dynamique de développement » des agriculteurs.

Un autre facteur important et souvent mal compris est la dynamique démographique pour les populations rurales: quand la densité de la population augmente, davantage de ressources doivent être mobilisées pour la production de denrées alimentaires de base et moins sur les cultures de rente. Dans de telles conditions, de nombreux agriculteurs entrent dans des logiques de survie et ne sont plus dans des situations où ils peuvent se permettre d'adopter des innovations. À mon avis, l'IPTRID pourrait jouer un rôle dans le développement d'une meilleure compréhension de ces aspects.

Sur les questions de recherche et de technologie

Vous connaissez très bien cette communauté de chercheurs, ayant longtemps travaillé au Cemagref. On reproche souvent aux chercheurs de n'avoir pas assez d'impact sur le terrain. Partagez vous cet avis et quelles recommandations pouvez vous faire pour améliorer cette situation?

Les chercheurs ne devraient pas être critiqués de ne pas avoir assez d'impact sur le terrain. Après tout, ce n'est pas leur rôle. Ce qui est très important c'est la définition des priorités de recherche. Ces priorités devraient être définies par le biais de processus lors desquels utilisateurs et chercheurs doivent interagir.

Mais le changement n'est pas une question de recherche uniquement. Si les chercheurs veulent avoir un plus grand impact, ils doivent mieux comprendre les dynamiques de changement, ce qui a à voir avec la politique, l'économie et la sociologie.

En ce qui concerne l'irrigation et drainage dans les pays en développement quel aspect technique particulier à votre avis, devrait être abordé en priorité par l'IPTRID?

L'irrigation et drainage devrait aborder un large spectre de la gestion l'eau allant des techniques de conservation de l'eau aux grands projets d'irrigation. Un défi important pour l'avenir consistera à améliorer les faibles rendements des petits agriculteurs, généralement inférieurs à 2 t/ha. Sous ce seuil, la productivité de l'eau est très faible, et paradoxalement, l'amélioration de ces faibles rendements devraient avoir un impact positif sur la consommation d'eau totale. ■

Questions de politique de l'eau en l'Inde: résultats d'études et propositions d'interventions

Programme d'appui à la politique des pays (CPSP)

Afin d'analyser d'une manière intégrée les questions d'offre et de demande dans chacun des trois secteurs liés à l'eau à savoir l'alimentation, l'usage domestique et l'environnement, la CIID a lancé en 2000 une initiative baptisée « Stratégie de mise en œuvre de la vision du secteur de l'Eau pour l'Alimentation et le Développement rural ». Son but est de faire avancer les politiques de l'eau pour la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté dans les pays en développement. Des évaluations indépendantes internationales de la situation du secteur ont été faites avec le soutien financier des Pays-Bas dans le cadre du projet intitulé «Programme d'appui à la politique des pays (CPSP)».

Cinq pays ont été choisis pour participer au CPSP: la Chine, l'Égypte, l'Inde, le Mexique et le Pakistan. Ces pays regroupent à eux seuls 43% population mondiale et 51% des terres irriguées. Des consultations multi-acteurs à l'échelle des bassins et au niveau national ont été organisées pour examiner les résultats de ces évaluations, y compris les extrapolations au niveau pays. Les conclusions tirées de ces consultations ont servi à identifier des éléments de politique nationale qui nécessitent des réorientations afin de garantir une utilisation durable de la ressource.

Pour la réalisation de l'évaluation détaillée en Inde, deux bassins ont été choisis : un bassin en situation de déficit en eau, celui de la rivière Sabarmati sur la côte ouest et un bassin où les ressources sont abondantes, celui de la Brahmani sur la côte est. Le modèle BHIWA (Basin-wide Holistic Integrated Water Assessment) développé par la CIID

a été appliqué à ces deux bassins puis les résultats ont été discutés lors d'une consultation nationale tenue en novembre 2003 à New Delhi. Cet article résume les points principaux qui sont ressortis de ces deux études de bassin.

Inde et ses ressources en eau

L'Inde couvre une superficie de 329 millions d'hectares, dont 180,6 millions d'ha sont des terres arables. 142 millions d'hectares sont cultivés dont 57 millions d'ha irrigués. L'Inde possède ainsi la plus grande superficie irriguée au monde. Le pays est divisé en 24 bassins dont 13 grands bassins de drainage ont une superficie supérieure à 20,000 km². La moyenne annuelle des ressources en eau renouvelables du pays a été évaluée à 1,953 milliards de mètres cubes par la NCIWRDP (National Commission for Integrated Water Resources Development Plan). Le potentiel en ressources en eau exploitables est estimé à 1086 milliards de mètres cubes (690 milliards de m³ d'eaux de surface et 396 milliards de m³ d'eaux souterraines). Avec une population de 1,027 millions d'individus, la disponibilité par habitant était en 2001 de 1,901 mètres cubes par ha. Elle sera ramenée à 1,518 mètres cubes par habitant en 2025 avec une population projetée de 1,333 Millions. NCIWRDP estime que les prélèvements seront de 629 milliards de m³ en 2025 et devraient augmenter encore jusqu'à 843 milliards de m³ compte tenu de la croissance démographique, de l'urbanisation et l'industrialisation (Voir tableau 1).

Le modèle BHIWA développé pour l'évaluation des ressources en eau au niveau des bassins a donc été appliqué aux bassins fluviaux du Sabarmati et du Brahmani. Une extrapolation

a été faite pour d'autres bassins indiens. Des décisions politiques à partir de ces études ont été envisagées. Les principales conclusions qui se dégagent de l'évaluation détaillée et des consultations tenues dans les bassins ou au niveau national peuvent être résumées ainsi:

- Les précipitations constituent la principale ressource en eaux à considérer dans les évaluations plutôt que les eaux de ruissellement ou les eaux souterraines (voir le tableau 2).
- Les usages de consommation, qui entraînent l'épuisement des ressources, doivent faire l'objet de recherche d'efficacité dans tous les secteurs, en réduisant notamment la part «non-bénéfique» de l'évapotranspiration, à la fois sur les zones agricoles et les surfaces en végétation naturelle.
- Alors que la collecte locale des eaux de pluies peut, dans une certaine mesure, être intéressante, son utilité est très limitée dans les bassins déficitaires où l'on peine à remplir les réservoirs.
- Il est nécessaire de mieux intégrer l'utilisation de l'eau et des terres. Dans les projets d'irrigation, où toutes les terres ne peuvent être irriguées en toutes saisons en raison de la disponibilité en eau et d'autres contraintes, l'agriculture pluviale doit être intégrée dans les assolements.
- Les transferts interbassins des eaux de surface sont des solutions pour répondre aux besoins supplémentaires des bassins déficitaires, tels que celui de Sabarmati et pour restaurer le régime des eaux souterraines et fournir des débits environnementaux à l'aval.
- L'utilisation intense d'eaux souterraines, qui s'est développée dans de nombreux bassins déficitaires, doit être limitée car la recharge artificielle peut être techniquement et économiquement non-réalisable, et les risques existent en termes de qualité de l'eau et de

Tableau 1: Demande en eau de différents secteurs en 1998 et 2025, in Inde (BCM)

SECTOR	1998	2025	2050
Irrigation	524	618	807
Domestique	30	62	111
Industriel	30	67	81
Navigation	0	10	15
Energie	9	33	70
Environnement	0	10	20
Pertes pa evaporation	36	50	76
TOTAL	629	850	1180

réduction des débits des rivières en saison sèche.

- Dans le cas de bassins déficitaires, une meilleure gestion des sols et des eaux par l'introduction de sprinklers et de techniques de micro-irrigation etc serait sans aucun doute utile pour la gestion de la demande. Les risques de pollution des eaux de surface et des eaux souterraines, par une augmentation de la proportion des eaux de retour, doivent être limités aussi bien par le traitement adéquat des eaux usées et qu'en encourageant la réutilisation des eaux usées.
- L'utilisation d'une eau stockée de bonne qualité, pour la dilution des eaux usées semble une solution coûteuse, qui fragilise la ressource en eau. Un traitement adéquat des eaux usées, le recyclage et la réutilisation semblent être des options plus efficaces.
- Dans certains bassins où l'eau est abondante, l'utilisation des eaux souterraines en zone rurale ne va pas au delà de la simple demande

domestique. L'utilisation croissante des eaux de surface pour l'irrigation est de nature à accroître une recharge des eaux souterraines, et les changements de régime des eaux souterraines peuvent conduire à l'engorgement des sols. Une utilisation combinée et équilibrée de ces deux sources est donc essentielle pour éviter de tels risques. Les politiques, qui encouragent les agriculteurs à utiliser les eaux souterraines, de préférence à l'eau des canaux collectifs, doivent être mises en place dans de telles situations.

- Ajuster les assolements à la disponibilité en eau, en décalant la période d'irrigation: passage d'une irrigation post mousson à une irrigation de mousson afin de réduire la consommation d'eau.
- La grande priorité accordée à l'eau potable doit être développée en définissant mieux ce qui est demande de base et les autres exigences, et en allouant les eaux les plus fiables sources et de meilleure qualité à la demande de base.

- Le développement de l'approvisionnement en eau en milieu urbain est nécessaire, comme le développement d'un système d'égouts et de traitement des eaux usées. Il serait utile enfin de permettre au financement public de ne pas seulement se limiter à la fourniture en eau.
- Un examen périodique des normes d'approvisionnement en eau domestique, est nécessaire. A long terme, l'écart entre les utilisateurs urbains et ruraux doit être réduit, en équipant les ménages des zones rurales de branchements sur le réseau et de toilettes.
- Les besoins en eau environnementaux doivent inclure à la fois les exigences des écosystèmes terrestres (principalement la consommation), et les débits minimums des écosystèmes aquatiques. Alors que les besoins environnementaux doivent être reconnus, les méthodes de mesure acceptables doivent être développées.
- Les besoins pour l'usage navigation sont très différents des exigences écologiques. Toutefois, lorsque les apports pour la navigation sont plus importants pendant plusieurs mois que le minimum EFR, des compromis entre la navigation et les autres usages devraient être examinées, et le gestionnaire doit pouvoir ajuster les répartitions.

Cette modélisation hydrologique détaillée ainsi que l'analyse du passé, du présent et de divers scénarios pour l'avenir pour les deux bassins se sont

Tableau 2: Bilan en eau d'un km² type dans une zone rurale indienne faiblement arrosée

UTILISATION DES TERRES	PROPORTION (ha)	PRÉCIPITATION (mm/an)	ET (mm/an)	ÉCOULEMENT	
				(mm/a)	(m ³ /an)
Forêts	10	750	650	100	10 000
Sol nu	30	750	500	250	75 000
Agriculture (pluviale)	60	750	600	150	90 000
TOTAL	100	--	--	--	175 000

avérés utiles. Ils ont fourni une meilleure compréhension des ressources en eau et des impacts des activités humaines dans ces bassins.

La vision holistique des évaluations est nécessaire. Elle permet de décrire précisément l'état de disponibilité de l'eau et l'utilisation de l'eau dans différents secteurs et sous différents scénarios futurs au niveau d'un bassin / sous-bassin, selon les sources. La modélisation a également été utilisée pour développer une série d'indicateurs qui aideront à comprendre la situation actuelle de l'eau pour les autres bassins de l'Inde. Plus important encore, la modélisation globale développée par le CPSP a permis l'examen de diverses options politiques et de scénarios d'utilisation future de l'eau et de la terre, et leurs implications hydrologiques. ■

Pour plus d'informations contacter CIID at: icid@icid.org

Les COTAS à Guanajuato, au Mexique: une nouvelle approche de la gestion des eaux souterraines

Introduction

Les conseils techniques des eaux souterraines (*Consejos Técnicos de Aguas Subterráneas*, COTAS) de Guanajuato ont adopté une approche encourageante et novatrice de la gestion de la nappe phréatique. Leur expérience a démontré qu'une gestion participative des eaux souterraines constitue une solution intéressante face au défi de la gestion globale de la nappe phréatique, à échelle locale. La gravité de la surexploitation et de la pollution des nappes dans de nombreuses régions du monde démontre l'échec d'une administration centralisée des eaux souterraines. Ce constat a incité l'Etat de Guanajuato à mettre en place 14 COTAS, par le biais de la Commission d'Etat pour l'eau de Guanajuato (*Comisión Estatal del Agua de Guanajuato*, CEAG), dans l'objectif de lancer des programmes de gestion participative des eaux souterraines. Cet article décrit les COTAS au Mexique, leur processus de mise en place, leurs réalisations, les défis et perspectives attendus.

Le problème de l'eau dans le Guanajuato

Le bilan hydrique dans l'état du Guanajuato, au Mexique, est globalement négatif avec une moyenne annuelle d'écoulement de 1 364 Mm³, alors que la demande en eau de superficie est de 1 557 Mm³. Ont été identifiés également de nombreux problèmes liés à la qualité de l'eau de la plupart des rivières de l'état. Le rabattement de la nappe phréatique accentue le risque de tarissement et de détérioration de la qualité de l'eau, tout en réduisant les bénéfices sociaux liés à cette ressource. Les études de la CEAG prouvent que toutes les nappes sont surexploitées,

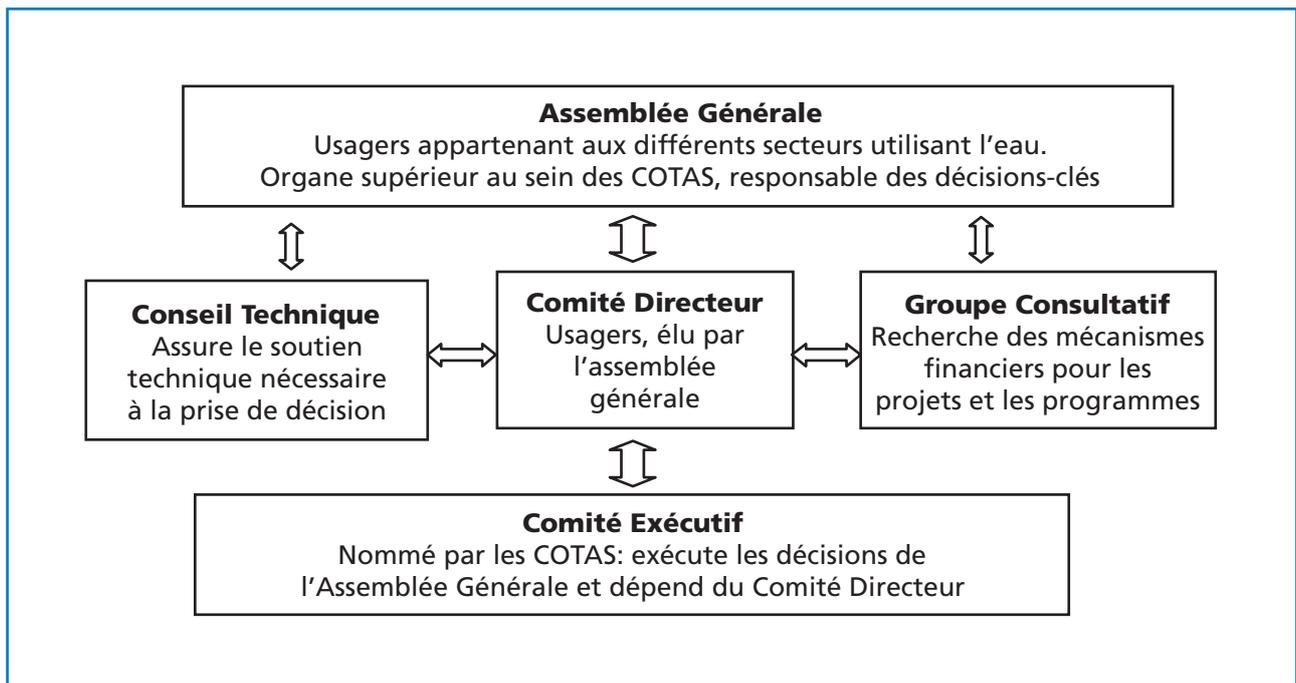
subissant une extraction d'environ 4 100 Mm³, alors que le taux de recharge pour tout l'Etat correspond à environ 2 900 Mm³. Quoique que la plupart des extractions d'eau (83%) à Guanajuato soient destinées à l'irrigation, la nappe phréatique est cruciale pour les secteurs industriels et urbains.

La nouvelle approche de la gestion de la nappe

Entre la fin 1996 et 2000, la CEAG a mis en place 14 COTAS dans l'état de Guanajuato, conformément aux changements institutionnels au Mexique à partir du milieu des années 1980, en réaction à la préoccupation nationale concernant les questions de quantité et de qualité de l'eau des différents bassins.

Les COTAS sont des organisations d'usagers de plein droit, permettant aux différents secteurs qui utilisent la nappe phréatique de participer à sa gestion. La composition et la représentation des COTAS dépend de la participation active des usagers des différents secteurs de l'Etat concerné. La plupart des COTAS bénéficient de la participation active du secteur de l'industrie, de l'eau potable et des services, ainsi que des exploitants commerciaux, des agroindustriels, des petits exploitants et des organisations paysannes (*ejidos*).

Le fonctionnement interne des COTAS est établi par l'assemblée générale composée de tous les usagers, alors qu'un comité directeur élu par l'assemblée générale parmi les usagers assure la gestion des activités au quotidien. Un président, un trésorier, un secrétaire et deux membres du comité, représentent généralement les différents secteurs d'usagers. Le comité directeur est appuyé par un comité



Graphique 1: La structure des COTAS (information fournie par la CEAG, 2002)

exécutif engagé à plein-temps, composé d'un directeur général, d'un technicien et d'un administratif. Les institutions gouvernementales sont appelées à assurer le soutien technique et financier des COTAS et de leurs activités, par le biais du conseil technique et du groupe consultatif (voir graphique 1).

La plupart des activités des COTAS sont appuyées financièrement par le gouvernement fédéral et l'Etat, principalement le Fonds de l'Etat de Guanajuato pour la participation Sociale à la gestion de l'eau (FIPASMA), par le biais de la CEAG. Certains COTAS ont obtenu des sources de financement supplémentaires grâce au secteur privé, aux autorités municipales, aux sociétés d'eau potable, à des contributions des usagers, à des ONG et à la Commission Nationale de l'Eau (Comisión Nacional del Agua, CONAGUA).

Quels sont les accomplissements des COTAS?

Existant depuis environ dix ans à Guanajuato, les COTAS se sont affirmées comme d'importantes parties prenantes dans la gestion de la nappe phréatique, des espaces permanents permettant aux usagers des eaux

souterraines d'établir des accords et de trouver des financements spécifiques pour chaque nappe. (Voir Figure 1.)

L'agriculture est le principal usager de l'eau pour toutes les nappes. La plupart des COTAS collaborent donc étroitement avec le secteur agricole, persuadés que l'on peut progresser beaucoup en terme d'économies d'eau. Les efforts portent sur une meilleure efficacité de l'irrigation et un rendement supérieur des cultures. De nombreux COTAS ont établi des zones pilotes, en collaboration avec des usagers agricoles, dans l'objectif d'identifier et de se mettre d'accord sur des mesures utiles pour limiter le rabattement de la nappe. Ces projets pilotes sont appuyés par divers programmes gouvernementaux de modernisation de l'irrigation. Ils consistent principalement à subventionner l'installation de canalisations, d'irrigation par aspersion et goutte-à-goutte, et de nivellement des terres. L'objectif final est d'assurer au moins le rendement agricole actuel, tout en utilisant moins d'eau. A l'installation des nouveaux systèmes d'irrigation, les usagers sont formés et organisés en comités de contrôle des nappes chargés de vérifier le niveau de l'aquifère, de faire connaître les volumes extraits par tous

les usagers, et évaluer les résultats des interventions. Les usagers participant à ces programmes doivent installer des compteurs sur leurs pompes.

Conformément au cahier des charges dressé conjointement par les COTAS et la CEAG à partir de 2005, le Comité exécutif des COTAS est responsable de l'organisation et de la préparation de rapports sur les activités suivantes : renforcement des capacités concernant les droits et responsabilités des usagers dans le cadre de législation en matière de droits d'eau ; promotion de campagnes de sensibilisation dans les écoles et auprès des organisations agricoles; vérification bisannuelle des puits de contrôle installés dans les nappes par la CEAG ; organisation de groupes de contrôle paysans; mise à jour annuelle de la base de données sur les puits existants dans les nappes.

Le nombre d'usagers membres des COTAS est passé progressivement de 225 en 2000, à 8 610 en 2006 (sur une estimation totale de 18 000 usagers de l'eau souterraine); 20 comités de contrôle ont été formés. Les COTAS ont entrepris également la formation d'environ 5 300 usagers.

Une autre réalisation majeure des COTAS est la base de données mise à

jour et vérifiée sur les puits. Enfin, les COTAS offrent d'importants services d'assistance, facilitant les rapports avec les agences gouvernementales. Pour ce qui est notamment des titres de concession des eaux souterraines, les COTAS agissent en tant qu'intermédiaires entre les exploitants et la CONAGUA, tant pour l'obtention que le renouvellement de ces droits.

Vu la diversité des situations rencontrées, les COTAS ont travaillé sur des problèmes différents, et ont mené des activités distinctes, par exemple:

- Le COTAS Irapuato-Valle a mené plusieurs études sur l'évaluation des risques d'inondation, et a participé à des programmes sur la qualité des eaux, en collaboration avec des universités et la municipalité de Salamanca.
- Le COTAS Jaral de Berrios a focalisé son attention sur la participation des usagers, et sur la formation de ces derniers et des comités de surveillance; il est actuellement en train de terminer une étude de faisabilité sur la construction

d'une infrastructure de recharge de nappes.

- Les COTAS Ocampo et Sierra Gorda se sont surtout concentrés sur les petites infrastructures de collecte de l'eau pluviale, étant donné que leurs nappes ne connaissent aucun problème majeur.

L'avenir des COTAS

Au début, la CONAGUA n'était pas convaincue de la nature participative des COTAS, persuadée qu'ils n'étaient autres qu'une institution supplémentaire de l'Etat. C'est la CEAG qui s'est faite la championne de l'approche participative des COTAS, centrée sur les usagers. En constatant le succès et l'expérience des COTAS à Guanajuato, la CONAGUA a promu la création de COTAS dans les nappes surexploitées du reste du Mexique. La CONAGUA est un membre du Groupe consultatif de ces COTAS, et peut, sur demande de ces derniers, assumer la fonction de Bureau technique. Cette activité peut toutefois être exercée également par un représentant du gouvernement d'Etat,

ou par une personne sélectionnée par les usagers. Il existe maintenant plus de soixante-dix COTAS au Mexique. ■

Pour obtenir de plus amples informations, contacter: Jaime.Hoogesteger@wur.nl. Cet article est basé sur une recherche effectuée par le Groupe irrigation et ingénierie de l'eau de l'Université de Wageningen, aux Pays-Bas.



Figure 1: Réunion d'exploitants.

Analyse des impacts socioéconomiques des programmes de réutilisation des eaux usées dans la Bande de Gaza

Introduction

La Bande de Gaza est une bande côtière de 365 km², située dans une région semi-aride. La pluviosité annuelle moyenne oscille entre 400 mm dans le Nord, et environ 200 mm dans le Sud. La population est entièrement tributaire de la nappe phréatique. Plus de 155 Mm³ d'eau sont prélevés de la nappe phréatique chaque année. Le secteur agricole consomme environ deux tiers de cette eau, pompée dans plus de 4 000 puits ; le reste sert à l'approvisionnement en eau des industries et des ménages. La nappe est surexploitée. L'écart entre l'offre et la demande en eau s'accroît, suite à la forte croissance démographique de cette petite région. La mesure du bilan hydrique révèle un déficit d'environ 55-60 Mm³/année.

La réutilisation des eaux usées traitées revêt un intérêt national ; il s'agit d'une composante importante de l'optimisation de l'utilisation des ressources hydriques. Cette technique représente ainsi une alternative à l'utilisation de l'eau souterraine par l'irrigation. Selon le Programme National de l'Eau, d'ici 2020, environ 110 Mm³ d'eaux usées épurées, pourraient être utilisées annuellement à des fins agricoles. L'utilisation de ces effluents pour l'irrigation comporte des avantages incontestables : réduction des quantités d'eau prélevées dans la nappe, possibilité d'irriguer des périmètres actuellement dédiés aux cultures pluviales, économies d'engrais, et enfin un meilleur rendement des cultures.

Considérations sociales

L'agriculture dans les territoires palestiniens est une activité productive

majeure. Dans la Bande de Gaza, c'est la culture des agrumes qui entraîne la plus forte consommation en eau. Le facteur déterminant du succès de la politique de réutilisation est l'acceptation de cette technique par la population. L'intérêt des exploitants envers l'utilisation des eaux usées pour l'irrigation est dicté, entre autres, par l'augmentation du niveau de salinité dans les puits locaux destinés à l'agriculture, ainsi que par la hausse du prix des combustibles et de la maintenance. Une des préoccupations majeures de la population concerne les aspects sanitaires et religieux. Des efforts devront être déployés pour promouvoir l'utilisation des eaux usées épurées en tant que ressource hydrique, et sensibiliser l'opinion publique. Dans la région du Sud, où le mètre cube d'eau coûte plus de 2.0 NIS (\$0.45), la nappe a connu une détérioration croissante, que ce soit d'un point de vue qualitatif que quantitatif. Plus de 91 pourcent des exploitants se sont déclarés favorables à des programmes impliquant la réutilisation directe des eaux usées traitées, alors que certains ont encore une certaine réticence et une approche conservatrice envers ce concept. Les deux projets pilotes financés par la Mission Régionale Eau Agricole (MREA) auprès de l'Ambassade de France à Amman, ont clairement démontré que le niveau d'éducation, l'origine et l'environnement social des exploitants sont des éléments fondamentaux, dès lors qu'il s'agit de les convaincre sur la faisabilité d'utiliser des eaux usées. Par exemple convaincre la population Bédouine qu'elle ne courrait pas de risques en nourrissant ses animaux de plantes irriguées avec

de l'eau traitée n'a pas été chose facile. En revanche, s'agissant du second projet pilote à Gaza (City), il n'y eut aucune difficulté à obtenir l'aval des exploitants pour irriguer leurs cultures avec des eaux usées. En juin 2006, une nouvelle enquête a été lancée dans la partie Est de la région de Khan Yonis: plus de 96 pourcent des exploitants interrogés se sont déclarés entièrement favorables à l'utilisation des eaux usées, en raison du grave déficit en eau douce, de la mauvaise qualité de l'eau et son prix élevé, et grâce à l'impact des programmes éducatifs.

Les aspects économiques de la réutilisation des eaux usées

Selon le Plan National de l'Eau (PNE), les coûts d'investissement en matière d'eau usées représentent 37 pourcent du plan global d'investissement palestinien pour la Bande de Gaza. Le Plan définit également le délai pour la réalisation des stratégies et des objectifs. Les programmes de réutilisation des eaux usées sont indispensables pour la Palestine en général, mais pour la Bande de Gaza en particulier. Cette solution est relativement moins onéreuse que celles qui impliqueraient l'importation d'eau ou le dessalement des eaux saumâtres, qui, selon les estimations de la PWA (Autorité palestinienne de l'eau) et de la Banque Mondiale, s'élèveraient approximativement à 0.55 US\$ /m³, et ce uniquement en terme de production. Par exemple, les exploitants du Sud de Gaza achètent de l'eau auprès du service des eaux israélien, à US\$ 0.5/m³. En comparaison, le coût des effluents épurés pour l'irrigation ou l'alimentation de la nappe a récemment été estimé à 0.1 US\$/m³ (coûts de financement des investissements), ce qui a déjà permis des économies financières significatives.

Coûts/bénéfices des programmes de réutilisation des eaux usées

Une approche d'évaluation suggère que l'analyse coût-bénéfice doit inclure les impacts socioéconomiques, sur la santé et l'environnement, découlant

Tableau 1: Coûts d'entrées-sorties pour les agrumes et les olives (NIS/dunum, prix à la production)
(KFW, PWA, 2006) 1 US\$= 4.44 NIS; 1 Dunum= 0.10 Ha

	Plein rendement (EC=<1.7)		Rendement avec EC=2 Effluents ⁽¹⁾	Rendement avec EC=3.2 Eaux souterraines ⁽²⁾
	Olives ⁽³⁾	Agrumes		
Rendement (kg/dunum)	350	3000	2,400	1,500
Prix de vente (NIS/kg)	5	0.5	0.5	0.5
BENEFIT BRUT (NIS)	1,750	1,500	1,200	750
Dépenses:				
Engrais	52	172	172	172
Produits chimiques	65	35	35	35
Eau (0.5 NIS/m ³)	188	450	450	450
Location de machines	40	30	30	30
Frais de main d'œuvre ⁽⁴⁾	300	480	480	480
TOTAL FRAIS DIVERS	645	1,167	1,167	1,167
MARGE BRUTE	1,105	333	33	-417
Dépréciation	200	147	147	147
Intérêts sur le capital	63	135	135	135
COUTS TOTAUX⁽⁵⁾	908	1,449	1,449	1,449
BENEFICE NET	842	51	-249	-699
Résultats du programme de développement agricole				
Réduction des coûts de l'eau ⁽⁶⁾	131.75	281.25	281.25	
Réduction des coûts de l'engrais ⁽⁷⁾	26	86	86	
MARGE BRUTE	1,262.75	700.25	400.25	-417
BENEFICE NET	999.75	418.25	118.25	-699

⁽¹⁾ CE = 2 dS/m, baisse de rendement de 20 pourcent. ⁽²⁾ CE = 3.2 dS/m, baisse de rendement de 50 pourcent. La nappe phréatique devrait être plus saline que les effluents d'eaux usées. ⁽³⁾ Aucune baisse de rendement due à la salinité ⁽⁴⁾ Y compris les travailleurs embauchés et le travail familial ⁽⁵⁾ Location de la terre exclue ⁽⁶⁾ Coût des effluents évalué à 0.15 NIS/m³ ⁽⁷⁾ Valeur de l'engrais des effluents d'eaux usées, les boues remplaçant le fumier importé.

de la réutilisation des eaux usées en agriculture. Ainsi pour évaluer un projet d'utilisation des eaux usées, il faut commencer par catégoriser les bénéfices directs et indirects. La première catégorie comprend, entre autres, l'augmentation de la production agricole, les économies en engrais et en eau, et la création d'emplois. La seconde inclut la minimisation de l'impact environnemental, le contrôle de l'érosion du sol et la protection de la nappe phréatique, ce qui permet de réduire le gaspillage et d'améliorer la conservation de l'eau.

Différents modèles ont été appliqués pour estimer les bénéfices économiques et le potentiel d'utilisation d'effluents traités dans le domaine de l'irrigation. L'objectif étant de démontrer l'impact des effluents traités utilisés pour l'irrigation au niveau de l'exploitation

agricole. Les paramètres économiques du marché, comme le prix de vente des produits et autres facteurs, sont apparus constants. Des standards de référence pour cet exercice ont été empruntés à des études de la FAO. La méthode appliquée consiste en une analyse des entrées et des sorties, appliquée aux cultures. Ce simple calcul des entrées et des sorties est illustré dans la Table 1.

Les zones avec des eaux souterraines de conductivité électrique (EC) de 3.2 dS/m devraient connaître théoriquement une réduction de rendement d'environ 50 pourcent pour des agrumes, ce qui représenterait, pour la production d'agrumes une perte en marge brute de 417 NIS (US\$ 90,1) par dunum (1/10^{ème} d'ha). En remplaçant l'eau de puits de qualité égale par des effluents d'eaux usées, avec une salinité prévue de 2 dS/m, et en utilisant des boues, la marge

brute deviendrait positive, estimée à 400 NIS/dunum (US\$ 90.1). En ce qui concerne les oliviers, ceux-ci tolèrent mieux la salinité, et de fortes baisses de rendement ne sont pas attendues avec ce type de salinité rencontrée. L'irrigation par effluents d'eaux usées, associée à l'utilisation de boues, pourraient assurer une augmentation de la marge brute de 14 pourcent. Cela représente un progrès économique pour les exploitants qui passeraient de l'irrigation à partir d'eaux souterraines à l'utilisation d'effluents d'eaux usées, même s'il n'est pas certain que les agrumes conservent leur plein potentiel en terme de rendement. Dans l'exemple suivant, un tarif bas a été considéré pour ces effluents, comparé aux frais de pompage dans les puits qui dépasse 2 NIS (US\$ 0.45).

Le rendement moyen par arbre dans la Bande de Gaza correspond environ

à 100 kg/arbre (alors que le record est détenu par les exploitations de Shetwai qui ont atteint 170-200 Kg/arbre).

Concernant la charge nutritive des effluents traités, les eaux usées contiennent des substances nutritives et des oligo-éléments nécessaires à la croissance des plantes. La valeur des nutriments pour un volume supplémentaire d'eau estimé à 800 m³/dunum équivaut environ à US\$ 70. Le coût moyen des engrais nécessaires pour un dunum correspond approximativement à US\$ 100, soit 13 pourcent des frais d'exploitation totaux. Cela démontre que quasiment 70 pourcent du coût des engrais peut être déduit du total des frais d'exploitation, ce qui entraîne clairement une augmentation des bénéfices. En outre, les boues traitées sont une source de revenu potentiel considérable. Les boues traitées pour le conditionnement et la fertilisation du terrain possèdent une valeur en nutriment qui peut être estimée entre US\$ 0.125 et US\$ 0.50/kg par année, alors que le fumier ou les engrais chimiques peuvent être plus chers.

Il ne fait aucun doute qu'il y a de réels avantages à la réutilisation des eaux usées dans le cadre des programmes de création d'emploi, en particulier pour

cette population palestinienne dans une situation de forte tension dans la région. Le revenu de la plupart des exploitants agricoles de Gaza est exclusivement tiré de l'agriculture, et les travaux agricoles impliquent souvent femmes et enfants. Les projets de réutilisation des eaux usées contribueront en outre à la création de nombreux emplois auxiliaires, dans le transport, l'emballage des fruits, le broyage des olives et la commercialisation.

Cependant l'utilisation des eaux usées peut aussi engendrer des impacts potentiellement négatifs : la contamination de la nappe phréatique par un niveau élevé de nitrate de sels et autres détergents présents dans les effluents. La quantité et la nature des sels contenus dans les eaux usées représentent probablement les deux paramètres les plus déterminants dans la décision d'utiliser ou non des effluents traités pour l'irrigation. Le suivi des données concernant l'augmentation des taux de sels des eaux usées ainsi que sur les variations de concentration dans les réseaux d'égouts, sera très important dans le cadre de l'évaluation du potentiel de réutilisation des eaux usées dans les projets d'irrigation.

Conclusions

Tous les indicateurs socioéconomiques issus des études, ainsi que les résultats préliminaires des projets pilotes menés actuellement dans la Bande de Gaza, ont démontré que seul un niveau élevé de réutilisation des effluents d'eaux usées pourra contribuer à réduire la surexploitation actuelle des eaux souterraines par le secteur agricole, atténuant ainsi les impacts négatifs sur l'environnement. À l'avenir, toutes les stratégies de prélèvement et de traitement devront prévoir, si possible, des options de réutilisation. La réutilisation des effluents d'eaux usées permet de dégager des ressources complémentaires pour desservir et étendre les zones irriguées actuelles. En outre, les eaux usées traitées représentent une source renouvelable et valorisante pour l'agriculture, libérant ainsi des ressources pour les besoins domestiques et industriels. ■

Pour de plus amples renseignements, contacter J. Y. Al-Dadah, Palestinian Water Authority, Gaza Strip: jamalyd@hotmail.com



Production d'agrumes à partir d'eaux usées traitées à Gaza.

Kits d'irrigation au goutte-à-goutte au Kenya

Le Kenya – Un pays en déficit hydrique possédant un potentiel d'irrigation inexploité

Le Kenya couvre un territoire de 580 000 Km², dont seul 17 % dispose d'un potentiel agricole « moyen à élevé ». Les 83 % restants sont soit arides, soit semi-arides, conformément à la définition générale des terres arides et semi-arides (ASAL). L'agriculture est l'un des piliers de l'économie kenyane ; elle représente plus de 50 % des recettes d'exportation, et 80 % de l'emploi rural, alors que 75 % de la main d'œuvre est assurée par les femmes. La croissance et le développement du secteur agricole est fortement tributaire du développement des ASAL. La conservation des ressources en eau est cruciale dans les zones arides et semi-arides disposant de faibles réserves en eau, où les populations doivent parcourir à pied de longues distances, à la recherche d'eau, d'où l'intérêt de cette technologie pour la production agricole en zones arides.

Origine de l'irrigation au goutte-à-goutte à basse pression, au Kenya

L'irrigation au goutte-à-goutte à prix abordable a été introduite au Kenya en 1988, grâce à des missionnaires américains qui ont emporté dans leurs bagages des kits d'irrigation appelés « Chapin bucket drip ». Ils se sont installés à Nairobi où ils ont expliqué comment ces kits pouvaient être utilisés, à petite échelle, dans des jardins potagers. Les kits ont tout d'abord été distribués gratuitement à la population locale, puis vendus à un prix subventionné, à partir de 1989. Cependant, avec le retour aux Etats-Unis des missionnaires, en avril 1994, l'utilisation de cette technologie a commencé à décliner. Les kits goutte-à-goutte restants ont été vendus à des « prix sacrifiés » et le projet s'est véritablement essouffé. La mauvaise

gestion des kits déjà installés a également entraîné des problèmes. Les tuyaux étaient souvent bouchés et l'entretien des systèmes goutte-à-goutte n'était pas facile pour ces communautés.

En août 1996, l'absence des missionnaires a été comblée par l'intervention de l'Institut de recherche agricole kenyane (KARI) qui s'est engagé officiellement dans la technologie goutte-à-goutte adaptée à la petite irrigation. L'Institut a importé du matériel et a assemblé des centaines de kits Chapin. Il fit aussi la promotion d'un programme de formation qui avait eu de bons résultats au Malawi. Les scientifiques du KARI ont ensuite appuyé les exploitants dans la réalisation des nouveaux défis inhérents à cette technologie, et ont organisé des démonstrations à Nairobi, ainsi que dans quatre autres centres du pays. Lors des phases de développement initiales, le KARI a collaboré avec les parties prenantes pour faciliter le transfert technologique de l'irrigation au goutte-à-goutte à coût abordable.

Systèmes actuels d'irrigation au goutte-à-goutte au Kenya

La gamme de systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte, à bas coûts, comprend actuellement des kits agricoles (huit acres) et des kits familiaux (1/4 acre), composés de seaux ou de bidons pour l'irrigation des arbres fruitiers dans les jardins potagers et les vergers. Ces systèmes sont brièvement passés en revue ci-dessous.

Systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte par seaux (bucket kit irrigation system)

Ce système d'irrigation comprend un seau de 20 litres, au moins deux lignes d'égouttement, pour une superficie totale de 30 m², un écran filtrant pour le raccord des tuyaux et des fermetures. Le matériel d'assemblage des « bucket



Figure 1: Un système d'irrigation au goutte-à-goutte par bidon de cinq ans

kits » est vendu par Chapin Third World Projects, aux Etats-Unis, ou par des fournisseurs locaux de marques, comme par exemple le kit d'irrigation « *Dream bucket drip* », fourni par la « Kenya Rainwater Harvesting Association ».

KARI avait été l'un des principaux fournisseurs des marques locales. KARI est en rupture de stock depuis que les fournisseurs locaux disposent de kits assemblés avec du matériel local. La version complète du *bucket kit*, comprenant un seau, assure l'irrigation de 100 plants, et coûte 17 US\$.

Systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte par bidons (drum kit)

Ce système comprend un bidon de 200 litres placé à 1 mètre au-dessus du niveau du sol, un collecteur en PVC, ou des tuyaux en polyéthylène, des valves, des coudes, un système de filtres, et dix lignes d'égouttement de 15 mètres chacune. Un *drum kit* standard pour l'irrigation de 500 plants coûte 135 US\$ dans sa version complète avec bidon.

Systèmes de kits d'irrigation au goutte-à-goutte pour les fermes

Ce système peut couvrir jusqu'à un huitième d'acre ; il est composé d'un filtre, de tubes de distribution, de raccords et de lignes de goutteurs. Le système est généralement alimenté en eau à partir d'une citerne de 1000 litres, placé à une hauteur de 1 mètre du sol, afin d'engendrer de la pression. Un

kit standard prévu pour un huitième d'acre, assurant l'irrigation de 2500 plants, coûte 424 US\$, en kit complet comprenant la citerne (Figure 2).

Les kits familiaux

Le kit familial pour l'irrigation au goutte-à-goutte, soit pour un quart (1/4) d'acre, est semblable au kit goutte-à-goutte pour un huitième d'acre, sauf qu'il est deux fois plus grand. Dans ce cas également, l'eau provient d'une citerne de 1000 litres, placée à un mètre au-dessus du sol pour créer de la pression. Un kit couvrant un quart d'acre et l'irrigation de 5000 plants coûte 681 US\$, en version complète fournie avec la citerne.

Kits pour vergers

Le kit pour vergers comprend un écran ou un filtre à disque, des tubes de distribution, des tuyaux en polyéthylène et des goutteurs. Le système tire généralement son eau d'une citerne en plastique de 1000 litres, placée de trois à cinq mètres au-dessus du sol, en fonction de la zone couverte. Le coût des kits pour vergers varie de 200 à 1000 US\$, citerne comprise.

Nouveaux systèmes d'irrigation par goutte-à-goutte sur mesure

A Narumoru, une région semi-aride souffrant de déficit hydrique, située sous le vent du Mont Kenya, les exploitants ont modernisé leur coutume traditionnelle d'arrosage à la main, grâce à des systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte. Ces systèmes s'inspirent du kit pour un huitième d'acre de Chapin/KARI, mais utilise des lignes d'égouttement produites par une usine locale située à Thike, près de Nairobi. Le nombre croissant d'exploitants qualifiés a permis la mise en place d'unités couvrant d'un quart jusqu'à un demi acre. Les exploitants ont pu découvrir que cette technologie permettait non seulement des économies en eau, mais aussi d'améliorer la qualité des récoltes, un facteur très important pour les

cultivateurs de pois mange-tout destinés au marché de l'exportation.

Dans les zones Isinya – Kitengela du District de Kajuado, des exploitants migrants se sont installés dans des espaces autrefois à vocation pastorale. Pour survivre dans la nature aride de la région, les exploitants ont intensifié le captage et le stockage de l'eau. Outre le captage de l'eau de ruissellement, des raccords hydriques ont été reliés à des sources d'alimentation municipales ou à des commerces. Face au déficit hydrique, ces exploitants utilisent des kits d'irrigation par bidon (*drum kits*) et des systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte pour vergers, pour les récoltes destinées au marché ou pour l'autoconsommation. Un ouvrier agricole, ou jardinier, est généralement embauché pour s'occuper de la gestion des systèmes. La région compte désormais une population importante et croissante d'ouvriers agricoles, experts en technologie d'irrigation goutte-à-goutte.

Aspects économiques des kits

L'expérience des kits d'irrigation goutte-à-goutte a démontré leur utilité pour les petits exploitants dans les régions arides. Les rapports concernant les différents systèmes d'irrigation sur les terres arides de Moiben, dans le district Uasin Gishu, ont enregistré des bénéfices nets dans la vente de tomates, de choux et de légumes traditionnels, s'élevant à KSH 4.320 (72 US\$), 19.600 (297 US\$) et 76.200 (1155 US\$) dans le cadre respectivement des kits à seaux, à bidons et pour huit acres. Ces systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte sont donc économiquement viables, en tenant compte du fait que leur durée de vie prévue est de six ans.

Avantages sur le plan social

L'irrigation au goutte-à-goutte est en mesure de satisfaire les exigences en nourriture et en revenu des foyers. Les femmes ont généralement recours aux petits kits pour leurs jardins potagers, alors que les hommes utilisent les

kits de taille supérieure destinés aux exploitations agricoles, ou autres kits à capacité supérieure, au vu de leur importante valeur économique. Les femmes et les enfants vaquent souvent à de simples tâches de jardinage, alors que les hommes et les jeunes s'adonnent à des activités plus astreignantes telles que le double bêchage des périmètres, l'installation de kits, la gestion et l'entretien des systèmes d'irrigation. ■

Pour de plus amples informations, contactez I.V. Sijali et F. Kaburu du « Kenya Agricultural Research Institute » à irrigation@icconnect.co.ke



Figure 2: Un kit pour exploitation.

Promouvoir l'égalité entre les femmes et les hommes dans la gestion des ressources en eau dans la région méditerranéenne: le projet GEWAMED

Le projet GEWAMED est financé par le sixième programme cadre de recherche de la Commission Européenne (UE). Il met l'accent sur le travail en réseau, la coordination et la dissémination des activités de recherche passées et présentes, concernant les questions de la discrimination des sexes dans le domaine de l'eau. [L'éditeur]

L'égalité des sexes dans le domaine des ressources en eau: mythe ou réalité?

Le développement et la gestion des ressources en eau sont des activités remontant aux origines de la civilisation. Depuis quelques années, le domaine de la gestion des ressources en eau a fait l'objet d'une grande attention et a généré de nouvelles connaissances. L'approche Gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) par exemple a été développée et promue par des organisations nationales et internationales. Plus récemment encore il a été proposé d'intégrer la notion d'égalité des sexes dans la GIRE, même si la marche à suivre reste encore délicate.

En effet que signifie en pratique intégrer l'égalité des sexes dans la gestion des ressources en eau ? L'image la plus courante concernant cette question est celle d'une femme portant une jarre d'eau sur la tête. Même si cette représentation reflète effectivement la réalité de certains pays il y a bien plus à dire dans le cadre de l'intégration de la question de l'égalité des sexes dans la gestion des ressources en eau. Passons en revue certains des problèmes liés à cette question:

- Accès aux ressources en terres et en eau : les terres irriguées représentent la source de revenu principale pour de nombreuses populations rurales.

Dans certains pays méditerranéens, les règles sur l'héritage discriminent souvent les femmes (elles n'ont droit qu'à la moitié des terres, voire à aucune terre). Ceci a été largement documenté, par exemple par une enquête sur les lois et coutumes en matière des droits patrimoniaux des femmes au Moyen-Orient et en Afrique du Nord (MENA), entreprise par le Centre sur les droits au Logement et les expulsions (COHRE);

- Accès à l'emploi agricole: de nombreuses sources attestent que les femmes assument jusqu'à 50 pourcent du travail dans les fermes (irriguées ou non), et qu'elles sont rarement rémunérées de façon adéquate. Le salaire des femmes, quand elles sont rétribuées, est largement inférieur à celui des hommes. Dans certains pays ou régions, il est interdit aux femmes de travailler la terre. Certaines traditions défendent souvent aux femmes d'irriguer les terres agricoles;
- Accès à l'eau domestique : dans la plupart des pays méditerranéens, l'accès à l'eau à usage domestique n'est pas un problème, car les réseaux domestiques couvrent près de 100% du territoire. Néanmoins, trois pays (la Syrie, le Maroc et la Turquie) connaissent encore une couverture rurale inférieure à 80%, ce qui signifie que l'image de la femme porteuse d'eau reste une réalité dans bien des zones rurales. En outre, même quand l'accès à l'eau est assuré par des points de distribution dans les villages, le problème lié à la gestion et à l'entretien de ces points de distribution demeure;

- Accès à l'information et aux technologies : les femmes rurales dans la région méditerranéenne sont souvent analphabètes, ce qui limite considérablement leur accès aux informations. Or, même quand les femmes ont été alphabétisées, les modalités de diffusion des informations ne sont pas adéquates, ou alors les informations ne répondent pas à leurs exigences;
- Les femmes sont largement sous-représentées dans le cadre de la gestion participative des ressources en eau. Une gestion plus participative de ces ressources est un des piliers de la GIRE. Les progrès réalisés dans ce cadre sont encore modestes dans la plupart des pays MENA : même lorsqu'il existe des associations d'usagers, les femmes sont très rarement représentées. Le problème découle des droits patrimoniaux, mais également des traditions et du manque de reconnaissance de la main d'œuvre féminine;
- Faible représentation des femmes au sein des institutions de l'eau: dans les situations où le secteur public est chargé du développement et de la gestion des ressources en eau, la présence des femmes au niveau décisionnel est modeste, voire inexistante, même si elle est tout



Figure 1. Femme au travail dans un champ.

de même plus forte dans le cadre de l'administration et des services techniques.

Comment le projet GEWAMED peut-il contribuer résoudre certains des problèmes évoqués?

L'ampleur de certains des problèmes évoqués ci-dessus est telle qu'aucun projet ne saurait les résoudre simultanément, et de façon efficace. Il faut donc mettre en œuvre un certain nombre d'actions permettant d'assurer les meilleurs résultats, même si les ressources à disposition sont limitées. Le projet GEWAMED est essentiellement engagé dans les axes stratégiques suivants:

1. Le lancement d'une campagne de sensibilisation sur ces problèmes; l'identification d'autres questions qui n'ont pas encore émergé clairement;
2. L'établissement de réseaux de coopération à échelle régionale et nationale, permettant un échange d'information plus fluide et mettant l'accent sur les expériences positives et les conditions nécessaires à leur réplique;
3. La promotion de politiques et autres instruments décisionnels utiles pour surmonter certains des problèmes indiqués ci-dessus.

Ces trois lignes directrices font partie d'un effort pour promouvoir le dialogue entre les parties prenantes, dans le dessein de modifier la situation actuelle.

Comment le projet GEWAMED peut-il concourir à la réalisation de ces objectifs?

Le projet GEWAMED s'appuie sur un consortium de 18 organisations appartenant à 14 pays du Bassin méditerranéen: cinq pays de l'UE, et 11 pays du sud-est de la Méditerranée (voir la table des partenaires). Le consortium représente un réseau de gouvernements, d'universités, d'institutions de recherche et d'ONG de diverses origines.

Partenaires GEWAMED			
Partic. No.	Nom du participant	Abréviation du participant	Pays
1	Institut Agronomique Méditerranéen-Bari (Coordinateur du projet)	CIHEAM- MAIB	Italie
2	Centre de Recherche en Economie Appliquée pour le Développement	CREAD	Algérie
3	National Water Research Center-Strategic Research Unit	NWRC-MWRI/SRU	Egypte
4	Faculté d'Agriculture, Université de Jordanie	UJ-FA	Jordanie
5	Association Marocaine de Solidarité et de Développement	AMSED	Maroc
6	Palestinian Agricultural Relief Committee	PARC	Palestine
7	Egyptian Environmental Affairs Agency	EEAA	Egypte
8	Centre des Femmes Arabes pour la Formation et la Recherche	CAWTAR	Tunisie
9	Université de Cukurova – Faculté d'Agriculture	CUKUR	Turquie
10	Institut de Recherche Agricole	ARI	Chypres
11	Bureau Méditerranéen pour l'Environnement, le Développement Culturel et Durable	MIO-ECSDE	Grèce
12	Osservatorio Nazionale per l'Imprenditoria ed il Lavoro Femminile in Agricoltura	ONILFA	Italie
13	General Commission for Scientific Agricultural Research Ministry of Agriculture and Agrarian Reform	GCSAR	Syrie
14	Commission Internationale sur l'Irrigation et le Drainage, Comité Italien	ITAL-ICID	Italie
15	Instituto Andaluz de la Mujer- Junta de Andalucía	IAM-JA	Espagne
16	Centre Africain pour la Formation et la Recherche Administratives pour le Développement	CAFRAD	Maroc
17	Fondation René Moawad	RMF	Liban
18	Programme Solidarité Eau	pS-Eau	France

Des ateliers annuels sont organisés, dans l'objectif de renforcer les liens entre les partenaires et de développer une base de connaissances commune. L'échange d'expériences et le renforcement de la collaboration représentent déjà une contribution importante pour la construction d'un édifice de connaissances commun.

Chaque pays procède à la mise en place de réseaux nationaux représentant les principales parties prenantes. Les comités nationaux sont des vecteurs d'échange d'information importants, mais également des moteurs pour la promotion d'activités liées aux objectifs du projet.

Le projet mobilise plusieurs moyens de communication pour accroître la

sensibilisation et la dissémination des résultats, notamment:

- participation à des conférences nationales et internationales;
- organisation de séminaires et d'ateliers à l'échelle nationale et internationale;
- établissement de réseaux de communication nationaux;
- ateliers sur le terrain;
- développement de sites Web régionaux et nationaux;
- publication de brochures, d'affiches et autres bulletins.

Dans le but de promouvoir l'égalité des sexes et l'adoption de mesures concrètes dans ce cadre, ainsi que d'encourager les décideurs à lancer des

initiatives, plusieurs séminaires politiques seront organisés visant à illustrer les activités et les résultats du projet. Les autres changements institutionnels sont promus par l'établissement de liens de coopération. Le Gouvernement italien, par exemple, est en train de soutenir la création au Liban d'un observatoire national pour les femmes entrepreneurs dans le monde rural. ■

Pour de plus amples renseignements sur le projet GEWAMED, consulter le site Web régional: www.gewamed.net ou contacter Juan A Sagardoy at sagardoy@iamb.it

DERNIERES PUBLICATIONS DE L'IPTRID

Issue Paper

- **Payen, J. and Gillet, V.** *L'irrigation informelle en Afrique de l'Ouest – une solution ou un problème?* I PTRID Issue paper 6. FAO/IPTRID, Rome, Italy.

Project Report

- **IPTRID.** 2007. *Manual. Diagnostic participatif rapide et planification des actions d'amélioration des performances des périmètres irrigués.* Application à l'Afrique de l'Ouest. DPRP. FAO/IPTRID. Rome, Italy.
- **IPTRID.** *Syria Symposium Proceedings on Irrigation Modernization: Constraints and Solutions.* FAO/IPTRID. Rome, Italy. [CD-ROM only]
- **IPTRID and National Water Research Center, Egypt.** *Egypt's Experience in Irrigation and Drainage Research Experience.* FAO/IPTRID. Rome, Italy.

Un grand nombre de ces publications sont disponibles en version électronique sur le site Web de l'IPTRID: www.iptrid.com

Pour obtenir des copies papier de ces publications, contacter: iptrid@fao.org

Le rôle du SIG en développement rural

Les systèmes d'information géographiques (SIG) sont des instruments puissants servant à établir des liens entre différents ensembles de données spatiales, y compris les renseignements utiles à l'élaboration de stratégies et de politiques pour le développement. Les données spatiales permettent par exemple d'informer sur la situation des populations du monde rural dans les pays en développement, notamment, la pression démographique, la production agricole, l'élevage, la dégradation des ressources naturelles comme la terre et l'eau, et l'accès aux marchés. Le SIG est récemment devenu accessible sur PC et nombre de données spatiales (par exemple les images de télédétection) sont disponibles pour le grand public et téléchargeables gratuitement. Les experts des pays pauvres peuvent désormais utiliser facilement des données spatiales pour extraire des informations utiles pour la prise de décision.

Le dernier numéro de « *Information Development* » (vol.23, numéro double 2 et 3, <http://idv.sagepub.com>), propose des exemples illustrant l'emploi de données géographiques associées au SIG, dans le cadre du développement rural, de la planification et de la recherche dans certains pays d'Afrique et d'Asie. Ces articles expliquent dans quelle mesure les processus participatifs peuvent faciliter la génération d'informations novatrices extraites de données spatiales. Parfois, l'aboutissement du processus se présente sous la forme d'une ou plusieurs cartes, comme, par exemple, une carte de la distribution des cultures en Afrique subsaharienne, une carte de la pauvreté en Ouganda, un atlas composé de plusieurs cartes thématiques sur l'économie rurale en Ethiopie, ou encore un ensemble de cartes similaires pour le Vietnam. Un autre article décrit les processus cartographiques participatifs qui permettent l'obtenir des informations spatiales détaillées sur les communautés

du nord de la Thaïlande, avec une illustration de l'utilisation des ressources locales et des changements advenus dans le temps. De telles informations ont été précieuses dans le cadre d'un projet de gestion locale de bassins versants.

Un autre article traite enfin de l'importance du développement du marché de la petite irrigation pour faire reculer la pauvreté des agriculteurs du Sahel ouest africain.

Il ressort clairement de tous les articles que limiter l'utilisation du SIG à l'établissement de cartes signifie sous-estimer la valeur de l'information spatiale pour le développement et la recherche. Un exemple original et intéressant fait l'objet du premier article de ce numéro de « *Information Development* ». Les auteurs, G. Rambaldi et ses collègues décrivent la participation des chasseurs-cueilleurs de la population indigène des Ogiek, au Kenya, à la création d'un modèle 3D de leurs terrains de chasses ancestraux, menacés de destruction par la déforestation et de la production agricole.

Alors que cette population aurait pu profiter de ces informations dans le cadre d'un procès contre les exploitants forestiers, ces chasseurs-cueilleurs ont préféré mettre en avant les aspects préservation de leurs valeurs, information et connaissance de l'écologie de leur territoire pour les générations futures.

Les articles approfondissent de façon détaillée le processus de recueil et d'analyses des données, mais insistent surtout sur la manière par laquelle les informations spatiales obtenues peuvent concourir à l'élaboration de stratégies de développement. Comme prévu, les données socioéconomiques, biophysiques, infrastructurelles et géospaciales ont toutes révélé des hétérogénéités caractéristiques, dont la nature est encore peu connue et peu documentée. En outre, l'information sur les ressources est apparue dispersée,

indisponible ou incertaine, alors que les processus pour l'obtention d'information auprès de certaines institutions se sont avérés très longs, et de ce fait très onéreux. Aussi, certains domaines d'études connaissent des changements rapides. Plusieurs articles soulignent que le haut niveau de variabilité requiert une cartographie fortement désagrégée, donc détaillée. Dans certains cas, la stratégie de développement résultante pourrait seulement s'appliquer à une petite échelle qui correspond au niveau d'intervention des ONG. Les gouvernements sont moins en mesure de développer des stratégies et des politiques adaptées à ce niveau d'analyse. Il reste encore à trouver le moyen d'élargir ces cartes à partir du niveau local, désagrégé, vers l'échelle de la région ou de la province. En dépit des difficultés rencontrées, les auteurs des articles contenus dans « *Information Development* » présentent de solides arguments en faveur du SIG et des jeux de données spatiales, dans le cadre de la formulation de stratégies de développement. Ces articles valent la peine d'être lus. ■

Pour de plus amples renseignements, contacter Marian Fuchs-Carsch à marianfuchs@gmail.com. Ou consulter directement la publication en question.



Le canal de Gignac: un laboratoire expérimental pour le contrôle des canaux d'irrigation

Objectif: améliorer l'efficacité des canaux

Au même titre que la gestion de la demande, ou que la modernisation de l'irrigation grâce à l'amélioration des canaux, la régulation apparaît comme le principal moyen pour réaliser des économies en eau. En effet, l'efficacité des canaux gérés manuellement demeure faible (parfois seulement 30 %), alors que les systèmes entièrement automatisés permettent d'atteindre une efficacité de 70 %, voire même plus.

Aspects scientifiques

Du point de vue scientifique, l'irrigation à partir de canaux ouverts est difficile à réguler. Cette complexité découle de plusieurs facteurs tels que la dynamique non-linéaire et retardée, la topologie complexe des réseaux, les interactions entre les dispositifs de contrôle, et les perturbations imprévues.

Il existe deux groupes de méthodes de contrôle de complexité croissante qui peuvent permettre une meilleure gestion hydraulique:

- Un contrôle automatique local monovariante, parfois associé à la régulation manuelle de certains dispositifs,
- Un contrôle multivariante, généralement centralisé et associé à l'analyse de la robustesse de la méthode.

Ces méthodes peuvent être testées sur des modèles hydrauliques, cependant une validation *in situ* est nécessaire avant leur industrialisation. Le laboratoire du canal de Gignac a donc un double objectif:

- L'évaluation du premier groupe de méthodes, qui pourrait revêtir une importance particulière dans les pays en développement,
- Le développement et les tests *in situ* de la seconde catégorie de méthodes.

Le canal de Gignac

Construit en 1890, le canal de Gignac est l'ouvrage principal d'une zone irriguée, gérée par l'ASA¹ du canal de Gignac. Le canal primaire a une longueur de 50 Km ; il comprend un tronçon commun de 8 km et deux branches en rive gauche et en rive droite du fleuve (27 et 15 Km respectivement). Le débit nominal du tronçon commun est de 3,5m³/s. La surface desservie est d'environ 3 800 ha.

Le canal se situe à environ 35 km à l'ouest de Montpellier. Le Centre de Recherche Agropolis héberge plusieurs instituts s'occupant de questions d'eau et attire des manifestations nationales et internationales ainsi que des délégations du monde entier intéressées par les visites thématiques.

Description du projet

Le projet expérimental a consisté essentiellement à installer des capteurs et des appareils de contrôle, et à construire un système SCADA² ouvert pour le canal, pour permettre la supervision, ainsi qu'un contrôle automatique local ou à distance. Il a été conçu pour permettre de tester une large gamme de structures et d'algorithmes. Des capteurs de niveau, de position des portes et de vitesse ont été installés le long du canal principal, à des positions stratégiques. Les portes ont été modernisées et

¹ ASA : Association Syndicale Autorisée

² SCADA : Supervisory Control and Data Acquisition System



Figure 1 : Site de Lavencq :vannes motorisées

motorisées le long du tronçon commun et sur la rive droite, ce qui a permis le contrôle d'un système à quatre biefs.

Partenariat

Le projet associe le responsable du canal, des équipes scientifiques, des sociétés d'ingénierie, et des universités, dans le cadre d'un Groupement d'Intérêt Scientifique, qui bénéficie d'un contrat de cinq ans.

L'association d'équipes scientifiques, de sociétés d'ingénierie, et du responsable du canal, permet le transfert de connaissances théoriques, et oriente les expériences sur la résolution concrète des problèmes en respectant les exigences des usagers finaux. Pour les universités c'est l'occasion de disposer des structures réelles pour une formation pratique dans le domaine de l'hydraulique et de l'automatisation.

Financement

Des financements ont été octroyés par le Gouvernement français (par le biais du Cemagref), le Conseil Régional, le Conseil Général, ainsi que l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse.

Expériences

Les expériences sont conduites principalement avant et après la période d'irrigation, normalement entre le début mars et la mi-octobre. Au cours de ces deux périodes, le canal est entièrement réservé aux mesures et aux expériences. Certains tests sont également effectués

durant la période d'irrigation, à condition qu'ils n'entraient pas l'acheminement de l'eau.

Sujets de recherche Modélisation du canal

Un modèle hydraulique des canaux primaires a été conçu grâce au logiciel SIC qui permet la simulation de débits unidimensionnels constants et transitoires. La grande quantité de données - de bonne qualité - a permis d'apprécier la précision du modèle. Il est utilisé pour tester des scénarios et contrôler des modules avant leur mise en place dans le système réel.

Perturbations

Etudes de la demande : en raison des retards inhérents au système, il est intéressant d'établir des prédictions de la demande en eau, et de les utiliser dans un appareil de contrôle *feed-forward* associé à un appareil de contrôle *feed-back*.

Evolutions dans le système: certains anciens terrains agricoles sont intégrés dans des contextes urbains, où les nouveaux propriétaires gardent les anciens droits d'eau. Un réseau de conduites d'eau à basse pression est alors créé, fournissant de l'eau non traitée pour le jardinage, les piscines et certaines utilisations domestiques. Quoique limité, ce changement a eu un impact sur la demande en eau, et par conséquent sur les opérations du canal actuellement à l'étude.

Observation

Supervision du canal : dès lors que des mesures en temps réel sont utilisées pour le contrôle en temps réel, la question de validation des données et de détection d'incidents est soulevée, ainsi que celle de l'identification de problèmes. De nombreuses études réalisées sur cette question ont permis de produire des publications scientifiques, une thèse de Doctorat, ainsi que des logiciels.

Mesures du débit : plusieurs moyens sont disponibles pour mesurer les débit dans un canal, comme les courbes de tarage, les techniques ADCP et les équations basées sur des mesures expérimentales. La quantité de données mesurées et stockées dans la base de données nous a permis d'évaluer et de comparer plusieurs types de mesures.

Commandes

Plusieurs actions sont possibles à partir d'un appareil de contrôle, dont les plus classiques sont la position de la vanne W , ou l'écoulement Q . Ces options mériteraient d'être testées ultérieurement et comparées au système réel. Ce travail a fait l'objet de publications scientifiques et est toujours en cours.

Appareils de contrôle

Plusieurs appareils de contrôle SISO et MIMO ont été étudiés dans le cadre de plusieurs projets de recherche, ayant conduit à des publications scientifiques et des thèses de Doctorat. ■

Pour tout renseignement ultérieur, contacter:

Cemagref, Unité Mixte de Recherche G-EAU, Montpellier France
Pierre-Olivier MALATERRE,
Directeur – Transcan Team, Cemagref
Pierre Yves VION, ancien responsable du projet, Cemagref
 e-mail: pierre-olivier.malaterre@cemagref.fr
 Site Web: <http://gis-rci.montpellier.cemagref.fr/>

Un outil de *fertigation* en provenance d’Egypte pour l’irrigation de surface

L’une des recommandations principales adoptées dans le cadre de la réunion technique sur l’utilisation de systèmes d’irrigation dans l’application d’engrais et de pesticides, qui s’est tenue en Egypte en 1991, a souligné l’importance de la *fertigation*, une nouvelle technologie de production agricole, destinée tant aux systèmes pressurisés (irrigation par asperseur et au goutte-à-goutte), que dans l’irrigation de surface. Il apparaît que le processus de *fertigation* par le biais de systèmes d’irrigation au goutte-à-goutte et par asperseurs, a été utilisé au Proche-Orient, pour différentes cultures, sur des types de sols variés.

La *fertigation* est considérée comme le moyen le plus pratique pour appliquer l’engrais : elle accroît l’efficacité des substances nutritives ajoutées, permet d’abaisser le coût de la main d’œuvre, tout en limitant la pollution environnementale.

En Egypte, la *fertigation* est pratiquée sur seulement 13 % des périmètres cultivés. Pour les 87 % restants, les engrais sont introduits dans



Figure 1. Outil rudimentaire d’application d’engrais.

le sol par épandage. Les exploitants égyptiens ont coutume d’appliquer au besoin des engrais contenant de l’azote, par placement et diffusion entre sillons, et ce généralement une à deux fois au cours de la période végétative. Dans les techniques d’irrigation traditionnelles, l’efficacité est généralement moindre ; l’application de quantités excessives d’eau dans les techniques d’irrigation traditionnelles comporte de fortes pertes d’engrais N par lessivage.

Pour préserver les bénéfices de la *fertigation*, « un dispositif d’application d’engrais » pour systèmes d’irrigation de surface a été conçu pour les petites exploitations d’un demi hectare au maximum. Il s’agit d’un récipient cylindrique en métal léger d’une longueur d’environ 50 cm, et un diamètre de 40 cm, pouvant contenir environ 60 litres de solution d’engrais. Les dimensions du dispositif peuvent être modifiées en fonction de la superficie du périmètre. Le récipient est étanche, sauf sa partie supérieure dotée d’un couvercle permettant le remplissage. Au centre se trouve un tube étroit (5 mm) qui sert à compenser les différences de hauteur de charge lors du déversement de la solution, mais également à assurer un débit constant. Une valve à la base sert à ajuster le débit de la solution d’engrais selon le taux d’irrigation de la terre (le temps d’écoulement de la solution au goutte-à-goutte équivaut au temps nécessaire pour l’irrigation d’une parcelle).

Des tuyaux en plastique d’environ 20 m de long, et de 1,1cm de diamètre, sont reliés à la valve. L’exploitant distribue la solution d’engrais en plaçant l’extrémité des tubes au bout de la parcelle irriguée (Voir images 1 et 2 qui illustrent des exemples d’applicateurs).

Cet « applicateur d’engrais » rudimentaire a été utilisé pour appliquer



Figure 2. Applicateur d’engrais portable de grande dimension, doté d’un agitateur manuel.

une solution à base d’urée à une culture de coton. Les résultats ont démontré que la *fertigation* en irrigation souterraine a permis la distribution équilibrée de N sur toute la parcelle, ainsi qu’une concentration élevée de N à certains niveaux des plantes. Les rendements du coton ont connu une augmentation de 30 %, par rapport à la méthode d’application traditionnelle. En outre, la technique de nivellement du terrain au laser a été appliquée à des champs plus étendus, permettant ainsi une distribution rapide et équilibrée des eaux d’irrigation. De nombreux dispositifs d’application d’engrais ont été modifiés pour permettre une distribution des engrais liquides au goutte-à-goutte dans le canal d’irrigation principal du champ ; les eaux d’irrigation ainsi enrichies ont été répandues dans les sillons par le biais de siphons en plastique.

Les ingénieurs agricoles et les exploitants ont organisé des programmes de formation et des stages pratiques, en collaboration avec le Ministère de l’Agriculture.

En conclusion, voici les avantages de la *fertigation*:

- Meilleure efficacité des engrais; disponibilité maximale de substances nutritives
- Substances nutritives disponibles au besoin

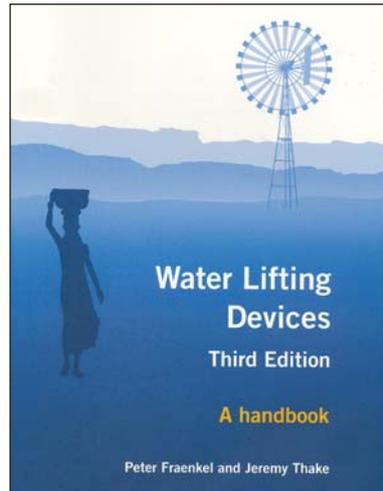
- Diminution de la pollution des eaux souterraines, surtout par l'azote
- Distribution plus uniforme des engrais
- Réduction des coûts d'application
- Meilleur rendement des cultures, avec un accroissement du revenu net
- La *fertigation* peut s'utiliser conjointement à des pesticides ; l'application de produits chimiques par irrigation (« *chemigation* ») permet d'économiser le coût de deux applications séparées
- La *fertigation* pour l'irrigation de surface contribue à une meilleure sécurité alimentaire, tout en préservant l'environnement.

On a récemment tenté de fabriquer de grandes unités portables, avec agitateurs incorporés, permettant de dissoudre les engrais directement. De telles unités pourraient s'avérer utiles pour l'application d'engrais solubles, ou partiellement solubles, ou même en suspension, comme l'ammonitrate, ou le superphosphate, le problème du colmatage ne se présentant pas dans ce système.

L'objectif aujourd'hui est de mener des recherches sur l'unité modifiée pour l'application de formes différentes d'engrais, de type NPK, et de micronutriments. Si cette unité se révèle efficace et utile, un projet sera mis en place, avec l'appui de l'IPTRID/FAO, conjointement avec des partenaires du Moyen-Orient, d'Extrême-Orient et d'autres régions, dans l'objectif de promouvoir l'application d'engrais au moyen de systèmes d'irrigation de surface similaires, et en vérifier l'utilisation dans des situations de gestion différentes.

En 1994, l'« outil pour l'application d'engrais » a été breveté par l'Académie égyptienne de recherche scientifique et technologique, au nom du Professeur Dr. Abdelmoneim Elgala. ■

Pour de plus amples renseignements, contacter Abdelmoneim Elgala à : aelgala@yahoo.com



Dispositifs élévatoires

par Peter Fraenkel et Jeremy Thake

Les auteurs définissent le livre comme un « *manuel pour usagers et décideurs* ». Il s'agit d'un guide détaillé sur les pompes, et autres dispositifs élévatoires, indispensables à l'approvisionnement en eau et à l'irrigation, une version approfondie et mise à jour d'un livre original publié en 1956 par la FAO, qui en a à nouveau assuré l'édition. Le livre vise à montrer l'existence d'une ample gamme de dispositifs de pompage, de moteurs d'entraînement, et de leurs différentes combinaisons, et à expliquer comment les utiliser au mieux. Il s'agit également de permettre aux usagers et aux planificateurs de mieux appréhender les aspects technologiques, dans le dessein d'assurer une application plus efficace. L'objectif principal est de fournir aux décideurs une source unique d'informations sur le calibrage et l'acquisition de dispositifs élévatoires et de leurs blocs d'alimentation, pour l'approvisionnement en eau potable et la micro irrigation. Les bénéficiaires sont surtout les usagers des zones rurales des pays en développement, qui bénéficieront de dispositifs élévatoires plus accessibles, plus rentables et plus efficaces, grâce à une planification et à une prise de décision plus adéquates.

Ce manuel fournit une multitude d'informations techniques, accompagnées d'observations importantes sur le mode d'utilisation des dispositifs.

Le livre est divisé en huit chapitres principaux. Le chapitre suivant l'introduction est entièrement consacré à l'approvisionnement en eau potable des hommes et des animaux; un autre chapitre traite des dispositifs d'élévation de l'eau pour la micro - irrigation, ainsi que des questions de gestion de l'eau et des besoins en eau pour l'agriculture. Le quatrième chapitre fournit des informations fondamentales sur les sources hydriques, les eaux superficielles et les eaux souterraines, ainsi que des considérations sur la qualité de l'eau, son traitement et son stockage. Deux autres chapitres présentent les principes physiques de l'élévation de l'eau, et passent en revue les pompes et les techniques élévatoires : dans le premier, est abordée la question des pertes en eau, ainsi que de l'écoulement à surface libre et en charge, alors que le second présente une gamme de pompes. Les deux derniers chapitres sont consacrés à l'énergie de pompage : humaine, animale, ou à partir de chambres à combustion, électrique, éolienne, solaire et hydraulique. Quant à la sélection des systèmes de pompage, des considérations financières et économiques sont passées en revue, parallèlement à une série d'observations pratiques. ■



L'IPTRID évalue le projet APPIA en Afrique de l'Ouest et de l'Est

Dans le cadre de sa coopération avec le secteur agricole en Afrique de l'Ouest et de l'Est, le Gouvernement français, à travers son Ministère des Affaires Étrangères (MAE), a promu et financé le projet « Amélioration des performances des périmètres irrigués en Afrique », connu sous son acronyme APPIA. Le projet, tel qu'il est conçu, couvre deux régions géographiques : l'Afrique de l'Ouest et de l'Est. A l'Ouest, les activités se sont déroulées au Burkina Faso, au Mali, en Mauritanie, au Niger et au Sénégal. Dans le deuxième, en Ethiopie et au Kenya. Dans cette région, le projet est connu sous son acronyme anglais IPIA (« Improving the Performance of Irrigation in Africa »). L'Association régionale des professionnels de l'irrigation en Afrique de l'Ouest, ARID était responsable de la supervision et de la mise en œuvre de la composante APPIA-Ouest; l'IWMI « International Water Management Institute », était responsable de la supervision et de la mise en œuvre de la composante APPIA-Est. Le MAE a chargé l'IPTRID de l'évaluation finale du projet, par le biais des équipes dépêchées sur le terrain, en Afrique de l'Ouest et de l'Est, en juin 2007.

Les projets APPIA (et IPIA) ont eu une incidence considérable sur les

institutions, grâce à la constitution ou à la consolidation de comités nationaux pour l'irrigation et le drainage (CIID), en Afrique de l'Ouest (AMAURID, ASPID), et la création de l'Association kenyane pour l'irrigation et le drainage (KIDA), en Afrique de l'Est. Ce sont souvent ces mêmes structures qui ont permis d'influencer la politique nationale d'irrigation et de drainage, notamment au Kenya, ou de participer régulièrement aux débats nationaux sur les stratégies pour l'eau au Burkina Faso, au Mali, au Niger et au Sénégal.

L'évaluation de la performance de systèmes irrigués pilotes dans les deux régions a démontré que les contraintes des exploitants allaient bien au-delà des questions administratives, opérationnelles et de maintenance des projets. La performance des systèmes a été évaluée par le biais de la méthode de diagnostic participatif rapide et planification d'action (PRDA) (« Participatory Rapid Diagnosis and Action Planning »), promue dans le cadre du projet. Les parties prenantes considèrent cet instrument comme un apport très valable au secteur.

Le développement de capacités a été un des résultats du projet. Plus de 70 formations ont été organisées au cours du projet quadriennal, touchant plus

de 2.250 bénéficiaires. Néanmoins le soutien fourni aux groupes d'exploitants dans le cadre d'activités de transfert de gestion de l'irrigation s'est révélé modeste, en raison des hésitations des gouvernements quant à l'approche à adopter sur ce thème. Une grande quantité de matériels de formation a été produite.

Toutefois l'étendue géographique du projet APPIA était telle que les obstacles à son bon déroulement étaient inévitables. Les objectifs du projet ont ainsi été considérés comme trop ambitieux et difficiles à atteindre, entraînant un certain éparpillement et des interventions portant sur une gamme trop large de questions liées à l'eau agricole, plutôt que sur des problèmes spécifiques de gestion de l'eau dans les systèmes irrigués. Le projet a pourtant été l'occasion de rencontres pour les parties prenantes, permettant des discussions sur des questions urgentes, et sensibilisant l'opinion publique à l'importance de l'agriculture irriguée.

Le projet est un aussi réservoir d'informations qu'il ne reste qu'à consolider et mettre à disposition des acteurs concernés. Les évaluateurs ont enfin remarqué que le matériel de terrain, y compris le manuel PRDA et le recueil d'ouvrages de formation, n'étaient pas disponible dans les langues locales, une omission qu'il conviendra de corriger. ■

Évaluation de la mission régionale eau agricole en Jordanie, dans les Territoires Palestiniens et au Liban

En 1993, le gouvernement français a établi à Amman une Mission Régionale Eau et Agriculture (MREA), dans l'objectif de promouvoir la mise en

œuvre de bonnes pratiques en matière d'irrigation.

La MREA met l'accent sur l'introduction de nouvelles techniques,

conformément aux nouvelles règles de gestion dans des zones pilotes en Jordanie, au Liban et dans les Territoires Palestiniens, dans le but d'améliorer l'efficacité de l'eau d'irrigation. Les pratiques et les méthodes proposées s'appuient sur des évaluations socioéconomiques et techniques dans chacune zone agricole. En 2001, le gouvernement français a financé un projet FSP (Fonds de Solidarité Prioritaire) intitulé « Economie d'eau

Changements au sein du personnel de l'IPTRID

VIRGINIE GILLET a rejoint le Programme en septembre 2005, en tant que jeune experte associée détachée par le gouvernement français. Elle a quitté l'IPTRID en septembre 2007, au terme de son mandat de deux ans. Mme Gillet a collaboré aux activités suivantes : collaboration conjointe IWMI-IPTRID - cartographie institutionnelle en Thaïlande, dans le cadre du projet d'évaluation de l'irrigation du riz en régime de mousson, organisation de l'atelier IPTRID-ICID sur le suivi et l'évaluation des stratégies de développement de capacités en matière de gestion de l'eau pour l'agriculture, organisé à Kuala Lumpur en 2006, et autres activités liées à notre projet de centre virtuel pour l'Afrique de l'Ouest. Elle a été rédactrice invitée pour notre magazine GRID ; rédactrice du bulletin de la Division de la mise en valeur des terres et des eaux ; elle a contribué à la mise à jour et au suivi de nos pages Web, et enfin à la gestion de notre liste de correspondants. Mme Gillet est aujourd'hui en Australie pour préparer un Doctorat à l'Université d'Adélaïde (South Australia). L'IPTRID lui souhaite une réussite dans sa nouvelle expérience.

SARA KIRSCH, a rejoint l'IPTRID le 31 juillet 2007, employée un tant qu'assistante temporaire, afin de soutenir nos activités de services généraux, notamment la mise à jour de notre liste de correspondants, l'amélioration et le suivi de nos pages Web. Elle a également offert sa collaboration, à d'autres membres du personnel, dont le Responsable de programme. Elle a quitté le programme le 31 décembre 2007. Son assistance a été précieuse. Elle restera à la FAO, à titre temporaire, dans le cadre d'autres programmes.

pour l'agriculture au Proche-Orient », afin d'offrir un soutien institutionnel aux partenaires des trois pays concernés, et de contribuer à adapter les politiques agricoles aux stratégies d'économie et de gestion de l'eau. Le projet visait à fournir des éléments d'action essentiels aux décisions stratégiques que les trois pays étaient appelés à prendre dans le domaine de la gestion de l'eau, de la protection de l'environnement, et du développement agricole et rural, sous forme d'interventions techniques, économiques et sociales, méritant une validation dans les différents contextes. Il était prévu que le projet renforce : (1) le rôle régional du Programme MREA, par le biais d'une composante régionale, pour faciliter la capitalisation et les complémentarités des actions, et établir un réseau de partenaires ; (2) les complémentarités des actions de la coopération française avec celles de partenaires comme l'IPTRID et le FFEM.

À la demande de l'Agence Française de Développement (AFD), l'IPTRID a effectué une évaluation globale de MREA et du projet FSP, en juin et juillet 2007, en utilisant les cinq critères généraux du Ministère des affaires étrangères français : pertinence, cohérence, efficacité, efficience et impact. Des conclusions ont été tirées à partir d'environ 100 entretiens/rencontres pendant la période d'évaluation en France, Jordanie et Cisjordanie, avec les parties prenantes, partenaires et bailleurs de fonds concernés. La montée de la tension politique dans la région a limité l'évaluation à la Jordanie et à la Cisjordanie, alors que la Bande de Gaza et le Liban ont été évalués par entretiens téléphoniques et visioconférence.

Pour ce qui est de la **pertinence**, tant la MREA que le projet FSP ont clairement été perçus comme des outils utiles pour relever/affronter les défis liés à l'eau dans les trois pays. L'évaluation a également reconnu les efforts accomplis pour répondre aux exigences des principaux bénéficiaires en matière de soutien technique et d'aide à la décision.

Les interventions des acteurs français, notamment de la Société du Canal de Provence (SCP) ont été très appréciées. L'évaluation a toutefois souligné l'ambition trop grande de l'intervention, tant du point de vue géographique que thématique, ce qui a atténué son impact réel sur les politiques nationales.

En ce qui concerne la **cohérence**, le niveau d'intégration à d'autres initiatives a été jugé acceptable, surtout dans le cadre des plateformes thématiques de bailleurs de fonds, comme le Groupe de consultation des bailleurs de fonds en Jordanie. Cette intégration est jugée satisfaisante dans le cas de la collaboration avec la GTZ dans la Vallée du Jourdain. L'évaluation a remarqué que la MREA ne disposait pas d'une mission très claire et détaillée, malgré sa relativement longue histoire dans la région. Certains partenaires se sont montrés inquiets des risques de redondance, ainsi que de l'absence d'un processus de transfert aux agents locaux.

L'évaluation a toutefois reconnu l'**efficacité** remarquable du programme, comme en témoigne la réalisation des actions prévues, les nombreuses publications et la dissémination des résultats en trois langues : français, anglais et arabe. Cependant, le mécanisme de pilotage du programme établi à partir de Paris a été perçu comme insuffisant.

L'**efficience** du programme à savoir la mobilisation des ressources au moment approprié, au meilleur coût, et la bonne gestion des compétences (durée, capacité technique, recherche et échange de connaissances), a été jugés bonne, malgré une équipe et des budgets relativement restreints. On constate un bon rapport qualité-prix, grâce à la contribution de nombreux stagiaires et volontaires français, ainsi que grâce à l'emploi de ressources humaines locales à un prix modéré. Ce résultat s'est traduit par la formation de plus de mille professionnels, ainsi que par l'intérêt de la coopération japonaise (formation d'experts Irakiens) et de

l'Union Européenne. La valeur ajoutée du programme, comparée à d'autres initiatives dans le même domaine, a été reconnue et confirmée par toutes les parties prenantes et les usagers finaux, sans exception aucune.

Quant à l'impact, l'évaluation n'a identifié aucun impact direct sur les politiques nationales en matière de durabilité de l'agriculture irriguée mais un impact indirect. Cela pourrait s'expliquer par l'éloignement du programme des centres décisionnels, contrairement aux programmes type GTZ hébergés dans les bureaux gouvernementaux. En dépit de travaux limités à des zones pilotes, la réputation et les résultats du programme ont été accueillis favorablement par le monde rural. En outre, il a encouragé le développement d'autres initiatives telles des projets européens MEDA, certains projets AFD, et un projet espagnol. Le programme a su proposer des solutions efficaces aux problèmes de gestion de l'eau, en adaptant des

résultats techniques ou de recherche aux exigences de terrain et aux autres projets (GTZ, IRWA, etc.). Quant à la capitalisation et à la valorisation de la recherche, les efforts restent encore quelque peu dispersés. Malgré la crédibilité reconnue à différents niveaux, la visibilité du programme s'est limitée aux bénéficiaires directs, aux homologues et aux partenaires, alors que la visibilité et la coopération régionale ont été plus limitées.

En conclusion, les partenaires du programme ont exprimé une certaine préoccupation face à l'hypothèse de la disparition de la MREA ; ils ont proposé des idées pour tirer profit des initiatives passées, dont l'organisation d'un séminaire final, ou l'établissement d'une base de données détaillée contenant tous les résultats du programme. Suite à l'évaluation du GRET (groupe de recherche et d'échanges technologiques) les partenaires ont réservé un accueil favorable à la proposition de créer une structure à but non lucratif (MIRRA

– Méthodes d'irrigation et agriculture), qui serait responsable de la poursuite des actions, solution permettant de préserver le dynamisme et les résultats du programme. ■

Pour de plus amples renseignements, contacter: Maher Salman, cadre technique de la Division de la mise en valeur des terres et des eaux, FAO, à Maher.Salman@fao.org ou Hervé Lévite, fonctionnaire principal à l'IPTRID Herve.Levite@fao.org

Figure 1. Panneau de présentation du projet.

Quelle quantité d'eau est nécessaire à l'élevage?

Introduction

Les changements alimentaires et la croissance démographique vont se traduire par une augmentation de la demande de nourriture animale. Nul ne sait quelle en sera l'ampleur. L'évaluation générale publiée récemment sur la gestion de l'eau pour l'agriculture « Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture » (CA en abrégé), prévoit une hausse d'environ 50% de la demande de nourriture animale au cours du prochain demi-siècle (Voir « Water for Food, Water for Life », Earthscan, 2007). Pour faire face à une partie de cette croissance inévitable, il faudra améliorer le rendement agricole, tout en augmentant la productivité de l'eau pour l'agriculture (produit commercialisable produit par unité d'eau évapotranspiré). Le CA a tenté de chiffrer le niveau d'amélioration nécessaire, en proposant différentes hypothèses pour 2050 (voir Table 1).

La demande en eau agricole inclut non seulement l'eau pour la production d'aliments pour animaux, mais également l'eau nécessaire à leur abreuvement. Dans cet article, je vais approfondir les connaissances actuelles sur les besoins en eau dans la production de nourriture animale, et examiner les processus de changement qui auront des incidences sur la disponibilité en eau pour la production de fourrage.

Les besoins en eau des animaux d'élevage

Le défi en matière de production animale peut se résumer par le doublement de la consommation prévue en Asie Orientale, d'ici 2050, suite à la croissance économique. Une augmentation globale de la consommation de produits d'origine animale entraînera nécessairement une croissance dans la demande en céréales fourragères. Les animaux d'élevage se nourrissent de différentes associations d'herbe, de résidus agricoles et d'aliments pour animaux (à base surtout d'orge, de maïs, de blé et de soja). Les experts ne sont pas unanimes quant à l'alimentation des

animaux d'élevage à l'avenir. Continuera-t-on, à échelle globale, à nourrir le bétail principalement de fourrage et de résidus agricoles, ou les céréales fourragères deviendront-elles prépondérantes avec les limites de développement des pâturages? Dans le deuxième cas de figure, la demande en nourriture animale sera le facteur principal de la demande future en céréales, et les exploitants seront contraints d'augmenter la productivité de l'eau pour assurer la production d'aliments d'élevage.

La quantité d'eau utilisée actuellement pour la production d'aliments pour animaux est encore peu connue. Selon le CA, plus de dix pourcent de l'évapotranspiration globale, soit 7.130 Km³, est destiné à la production de cultures pluviales et irriguées, alors que 840 Km³ seraient utilisés pour produire les biomasses consommées actuellement par les animaux de pâturage.

Il n'existe malheureusement pas non plus de données précises sur la répartition entre la consommation humaine et animale de l'eau utilisée dans l'évapotranspiration des cultures pluviales et irriguées. Les experts tendent à penser que 45 % de l'eau agricole est destinée à la production d'aliments pour le bétail. Il est estimé que plus de 40 % du blé mondial est destiné à l'alimentation du bétail. Etant donné que la plupart des aliments pour bétail proviennent de cultures pluviales, la quantité d'eau consommée dans les cultures irriguées destinée à la consommation animale est habituellement estimée à moins de dix pourcent, bien que le pourcentage exact ne soit connu.

De récents rapports présentent deux méthodes différentes de calculer la quantité d'eau consommée par les animaux d'élevage. Dans le premier, un calcul du bilan hydrique basé sur des données spatiales, environ dix pourcent de l'eau utilisé globalement (« évapotranspirée ») pour la production agricole irriguée, est dédié à la culture d'orge, de maïs, de blé et de soja pour approvisionner les élevages.

Or, si ces quatre cultures représentent environ 75 pourcent de la demande totale en alimentation du bétail, la part totale d'eau évapotranspirée pour la production de cette nourriture correspond à environ 15 pourcent de la quantité globale d'eau utilisée dans les productions agricoles irriguées. De même, dix à onze pourcent de la quantité globale d'eau évapotranspirée dans les cultures pluviales, serait destiné à la production des quatre cultures, c'est-à-dire l'orge, le maïs, le blé et le soja, réservées aux aliments pour bétail. Selon cette analyse, 15 pourcent du total d'eau évaporé en agriculture est consommé par les cultures d'aliments pour animaux, herbages et fourrages compris.

Le CA utilise des hypothèses et des estimations différentes pour calculer cette quantité d'eau. Ce calcul prend en compte l'énergie alimentaire fournie par un Kg d'herbe, ou par les récoltes servant à nourrir le bétail, les exigences moyennes, par animal, en matière d'énergie alimentaire, le mélange de fourrages pour les différents animaux d'élevage, et la productivité en eau des cultures fourragères et de la production d'herbe. Cette approche a permis d'estimer que les besoins en eau pour répondre aux maintenir des élevages dans l'ensemble des pays en développement s'élève à 536 Km³ (considérant, dans ce cas, seulement les bovins, les ovins et les caprins). Maintenir signifie ici quantité minimum d'eau requise pour la survie des animaux sans comporter de perte pondérale, ce qui ne comprend pas le fourrage supplémentaire

Tableau 1 : Hypothèses du meilleur scénario 2050 du CA

AUGMENTATION DE PRODUCTION ATTENDUES POUR 2050		%
Surfaces cultivées		9
Consommation en eau des cultures		20
Prélèvements pour l'agriculture		13
Rendement global des céréales pluviales		58
Productivité des cultures pluviales		31
Rendement global en irrigué		55
Productivité en eau des cultures irriguées		38

Tableau 2 : Changements dans le domaine de l'élevage

FACTEURS DE CHANGEMENT ACTUEL
Croissance démographique et économique
Consommation supplémentaire de viande dans les pays les plus riches
Expansion des villes au détriment des pâturages
NOUVEAUX FACTEURS DE CHANGEMENT
Cultures pour la production d'éthanol en concurrence avec les cultures fourragères
Augmentation du prix du blé sur les marchés mondiaux
Hausse des coûts mondiaux de l'énergie
Impact des changements climatiques sur la pluviosité et les températures
Sensibilité croissante, à échelle mondiale, par rapport aux questions environnementales (par exemple la Chine)

en période de croissance, de lactation et de travail. Selon le CA, la quantité totale d'eau utilisée pour la production de fourrage s'élève à 1.300 Km³, en incluant la demande pour d'autres espèces animales (comme les cochons et les volailles), ainsi que les exigences dépassant les exigences d'entretien fondamentales. Conformément à ce qui est indiqué ci-dessus, cette estimation correspond à 18 pourcent de l'évaporation agricole globale. **Considérant les différents calculs, la meilleure hypothèse voudrait que 15 à 20 pourcent de la quantité totale d'eau utilisée en agriculture soit destinée à la production de fourrage pour animaux d'élevage.**

Il me reste à aborder les exigences en eau potable des animaux d'élevage. Dans les pays en développement, il est estimé que les animaux d'élevage s'abreuvent d'environ 11 Km³ d'eau par année, et 16 Km³ à échelle mondiale. Dans le premier cas, l'estimation est basée sur une exigence quotidienne en eau potable d'environ 25 litres par unité d'élevage. Une partie de l'eau potable est rendue au terrain par l'urine et les excréments. Comparée à l'eau nécessaire pour la production d'aliments pour élevages, les besoins en eau potable sont relativement restreintes.

Ce qui, au premier abord, peut sembler une question simple (« combien d'eau est consommée actuellement pour l'élevage d'animaux ? »), se complique si

l'on approfondit le problème. Quelles étendues de terre et d'eau seront nécessaires à la production de fourrage, avec une population mondiale prévue de huit ou neuf milliards ? Tout dépend des hypothèses envisagées.

Facteurs de changement

Dans diverses parties du monde, l'élevage a connu des changements ces dernières années, suite notamment à la pression subie sur les eaux et les terres (en qualité et quantité), ainsi qu'aux préoccupations environnementales. Le tableau 2 contient une liste des principaux facteurs de changement ayant une incidence sur l'élevage.

Les processus de changement actuels soulignent bien la difficulté d'établir des prévisions pour l'agriculture en 2050. La plupart des projections s'accordent sur l'augmentation du commerce agricole. De nombreux pays (comme l'Égypte, la Malaisie et le Japon) sont déjà tributaires des importations alimentaires, leur production étant limitée, notamment, par le déficit hydrique. Les prix relativement limités des denrées a longtemps permis l'importation de nourriture ; or, proposer que les pays en déficit hydrique augmentent leurs importations en provenance de pays jouissant d'abondantes quantités d'eau, suppose que les prix des marchés mondiaux des céréales, et autres denrées, restent abordables. En fait, l'indice des prix des denrées, enregistré par l'Economist (www.economist.com; 5 Octobre 2007), a démontré que leur prix global a augmenté de 45 pourcent en une année, contre les 23 pourcent des produits agricoles non alimentaires. Si cette tendance devait se poursuivre, certains pays pauvres n'auraient plus les moyens d'importer les quantités de denrées suffisantes pour couvrir les besoins de leurs populations. La hausse du prix des céréales, et des autres cultures, est une conséquence partielle de la demande en biocarburant. Selon un des scénarios de l'Evaluation des écosystèmes pour le millénaire, un quart de l'énergie mondiale proviendra des biocarburants d'ici 2050. La production des huit milliards

de tonnes de biomasse nécessaires nécessiterait plus de 5000 Km³ d'eau agricole, c'est-à-dire environ 70 pourcent de l'évapotranspiration agricole mondiale actuelle. En outre, interrompre la réintroduction des résidus agricoles dans la terre aurait un impact énorme sur sa fertilité et sa structure même.

Pendant la deuxième moitié de 2007, les prix du pétrole brut ont fluctué autour de US\$ 85 par baril (avec une pointe récente à US\$ 94). Les prix élevés de l'énergie ont un impact sur l'agriculture, découlant principalement du coût de pompage des eaux souterraines, des engrais et de l'utilisation des machines agricoles, ainsi que du transport des produits vers les marchés. Certains experts estiment qu'au vu du rétrécissement des marges économiques, la hausse du coût de l'énergie et des engrais, ainsi que les préoccupations croissantes quant à la durabilité à long terme de certains systèmes agricoles actuels, il serait temps de reconsidérer les avantages d'intégrer la production agricole à l'élevage. L'utilisation des résidus agricoles en fourrage n'implique aucune évapotranspiration supplémentaire, augmentant par la même occasion la productivité hydrique des cultures. La production de quantités suffisantes de nourriture et de fourrage requerra également de nouveaux efforts visant à accroître la productivité des terres et de l'eau.

Les augmentations requises en terme de rendement et de productivité de l'eau, indiquées dans le Tableau 1, représentent un objectif ambitieux. Toutefois, les mesures essentielles pour améliorer les systèmes agricoles actuels, tout en assurant leur durabilité, sont bien connues. Il faut accélérer le rythme d'adoption et d'adaptation de ces technologies, pendant que le monde apprend à partager équitablement des ressources dont personne n'est propriétaire. ■

Pour de plus amples renseignements, contacter: Jacob W. Kijne, Conseiller en gestion des eaux, Washington DC à: jacobwillem628@msn.com

Améliorer l'appropriation de la recherche, les échanges technologiques et les innovations en irrigation et drainage pour une agriculture durable

Le Programme international pour la recherche et la technologie en irrigation et drainage (IPTRID) est un fonds fiduciaire multidonateurs géré par le Secrétariat de l'IPTRID en tant que Programme spécial de la FAO. Le Secrétariat est installé dans la Division de la mise en valeur des terres et des eaux de la FAO. L'IPTRID joue un rôle de facilitateur en mobilisant les compétences d'un réseau mondial de centres d'excellence dans les domaines de l'irrigation, du drainage et de la gestion des ressources en eau.

L'IPTRID vise à améliorer l'appropriation de la recherche, les échanges technologiques et les innovations en matière de gestion par le développement des capacités dans les systèmes et secteurs de l'irrigation et du drainage des pays en développement, afin de réduire la pauvreté, d'accroître la sécurité alimentaire et d'améliorer

les moyens d'existence tout en protégeant l'environnement. Le Programme est donc étroitement lié aux objectifs du Millénaire pour le développement.

Avec ses partenaires, le Secrétariat de l'IPTRID offre des services consultatifs et une assistance technique aux pays et aux organismes de développement pour la formulation et la mise en oeuvre de stratégies, programmes et projets. Ces dix dernières années, il a reçu le soutien de plus de vingt organisations internationales et organismes gouvernementaux. Le programme actuel est cofinancé par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), le Royaume-Uni, les Pays-Bas, la France et l'Espagne, la Banque mondiale et le Fonds international de développement agricole (FIDA).



Partenaires principaux de l'IPTRID

FAO, Italie
Banque mondiale, Etats-Unis
Bureau central de la CIID, Inde
IWMI, Sri Lanka
HR Wallingford, Royaume-Uni
Cemagref, France
Alterra-ILRI, Pays-Bas
IAM-BARI, Italie
Brace Centre for Water Resources Management/McGill University, Canada

Bailleurs de fonds actuels de l'IPTRID

DFID, Royaume-Uni
Ministère des affaires étrangères, Pays Bas
Ministère des affaires étrangères, France
Ministère de l'agriculture, France
Ministère de l'agriculture, Espagne
Office fédéral de l'agriculture, Suisse

IPTRID a coopéré avec plus de 60 organisations dans 40 pays



Contact

Secrétariat de l'IPTRID
Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

Division de la mise en valeur des terres et des eaux
Bureau B-713
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Rome, Italie

Tél.: (+39) 06 57052068
Télécopie: (+39) 06 57056275
Courriel: iptrid@fao.org
Site Web: www.iptrid.com

AGENDA

5-10 février 2008

SAFID, deuxième foire africaine sur l'irrigation et le drainage
Ouagadougou, Burkina Faso
http://www.arid-afrique.org/rubrique.php?id_rubrique=35

25-28 juin 2008

Kampala, Ouganda
Conférence internationale sur les eaux souterraines et le climat en Afrique
Contacter: Richard Taylor, University College London
Londres WC1E 6BT, Royaume Uni
Email: info@gwclim.org
Site Web: www.gwclim.org

11-13 juin 2008

Irrigation durable 2008 – 2^{ème} conférence internationale sur la gestion de l'irrigation durable, technologies et politiques
Alicante, Espagne
Email: krobberts@wessex.ac.uk
Site Web: <http://www.wessex.ac.uk/conferences/2008/irrigation08/index.html>

14 juin-14 septembre 2008

Expo Zaragoza 2008 "L'Eau et le développement durable"
Zaragoza, Espagne
Contacter: Secrétariat de l'Expo
Email: contacta@expo2008.es
Site Web: <http://www.expozaragoza2008.es/>

06-11 juillet 2008

10^{ème} atelier international sur le drainage, organisé par le groupe de travail sur le drainage de la CIID
Helsinki, Finlande
Site Web: <http://www.fincid.fi/idw2008/>

17-23 août 2008

Journées mondiale de l'eau 2008
Stockholm, Suède
Email: siwi@siwi.org
Site Web: www.worldwaterweek.org

01-04 septembre 2008

13^{ème} congrès mondial sur l'eau
Montpellier, France
-mail: wwc2008@msem.univ-montp2.fr
Site Web: <http://wwc2008.msem.univ-montp2.fr/>

8-10 septembre 2008

« Africa Water Resources Management 2008 »
(AfricaWRM 2008)
Gaborone, Botswana
Site Web: <http://www.iasted.org/conferences/home-604.html>

13-19 Octobre 2008

20^{ème} congrès international de la CIID sur l'irrigation et le drainage
Lahore, Pakistan
Téléphone: +92 42 9202538
Fax: +92 42 9202154
EMail: icid@icid2008.org
Site Web: <http://www.icid2008.org/>