24th International Congress on Irrigation and Drainage

3-10 October 2022, Adelaide, Australia

Innovation and Research in Agriculture Water Management to Achieve Sustainable Development Goals

Innovation et Recherche Dans la Gestion de l'eau Agricole pour Atteindre les Objectifs de Développement Durable

Transactions

Question 62 and 63, Special Session

ICID•CIID

INTERNATIONAL COMMISSION ON IRRIGATION AND DRAINAGE
COMMISSION INTERNATIONALE DES IRRIGATIONS ET DU DRAINAGE

ICID•CIID

The International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), established in 1950 is the leading scientific, technical and not-for-profit Non-Governmental Organization (NGO). The Commission through its network of professionals spread across more than a hundred countries, has facilitated sharing of experiences and transfer of water management technology for over six decades. ICID supports capacity development, stimulates research and innovation and strives to promote policies and programs to enhance sustainable development of irrigated agriculture through a comprehensive water management framework.

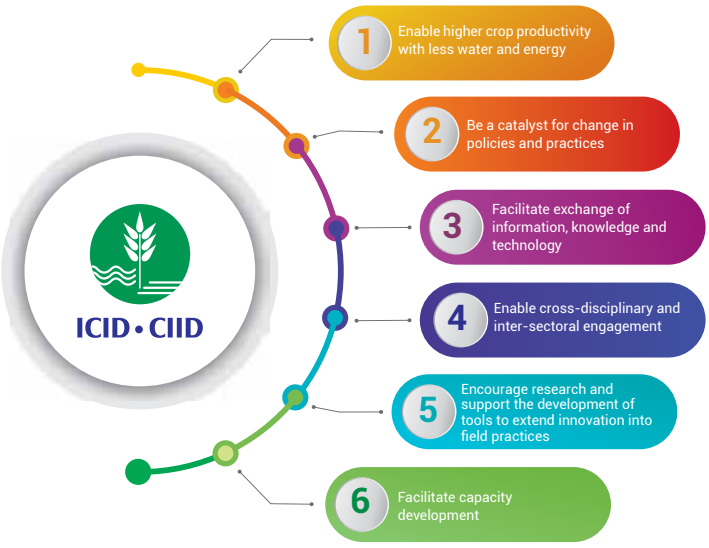
VISION

A water-secure world, free of poverty and hunger, achieved through sustainable rural development.

MISSION

To work towards sustainable AWM through inter-disciplinary approaches for economically viable, socially acceptable and environmentally sound irrigation, drainage, and flood management.

Organizational Goals to realise the ICID Vision 2030



For more information on ICID Vision 2030, please access document on 'A Road Map to ICID Vision 2030' available on ICID website - **http://www.icid.org/icid_vision2030.pdf**

24th International Congress on Irrigation and Drainage

24th Congres International des Irrigations et du Drainage

3-10 October 2022, Adelaide, South Australia

Theme / Thème du Congrès

Innovation and Research in Agriculture Water Management to Achieve Sustainable Development Goals

Innovation et Recherche Dans la Gestion de l'eau Agricole pour Atteindre les Objectifs de Développement Durable

Question 62:	**What Role Can Information and Communication Technology Play in Travelling the Last Mile** Quel rôle les technologies de l'information et de la communication peuvent-elles jouer dans le parcours du dernier kilomètre?
Question 63:	**What Role is Played by Multi-Disciplinary Dialogue to Achieve Sustainable Development Goals?** Quel rôle joue le dialogue multidisciplinaire pour atteindre les objectifs de développement durable?
Special Session:	**Developing the Future Tools for Managing Uncertainty in Irrigation Water Supply** Developper les Outils Futurs pour Gerer L'incertitude dans L'approvisionnement en eu D'irrigation

ICID•CIID

INTERNATIONAL COMMISSION ON IRRIGATION AND DRAINAGE (ICID)
COMMISSION INTERNATIONALE DES IRRIGATIONS ET DU DRAINAGE (CIID)
48 Nyaya Marg, Chanakyapuri, New Delhi 110021, India
Tel: 91-11-2611 5679, 91-11-2611 6837, 91-11-2467 9532, Fax: 91-11-2611 5962
E-mail: icid@icid.org; Website: http://www.icid.org

ICID accepts no responsibility for the statements made, opinions expressed, maps included and accuracy of URLs for external or third-party Internet Web sites in these transactions

La CIID se degage de toute responsabilité pour les déclarations faites, les opinions formulées, les cartes reproduites et l'exactitude de l'URL des sites web externes ou tiers dans ces Actes

ICID Transaction No. 34

© International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), 2022

ISBN: 978-81-89610-32-6

Please use the following reference to the transaction:

ICID, 2022: Modernizing Irrigation and Drainage for a new Green Revolution.

Transactions of the 24th ICID International Congress on Irrigation and Drainage, Adelaide, Australia – Abstract Volume: Question 62, 63, and Special Session, 390 pp.

CONTENTS
TABLE DES MATIERES

Foreword / Avant-Propos **5**

Preface / Préface **9**

Congress Theme / Théme du Congrès **13**

Question 62 **What Role Can Information and Communication Technology Play in Travelling the Last Mile (i.e. The Greater Adoption of Research Outputs)?** / Quel rôle les technologies de l'information et de la communication peuvent-elles jouer à accomplir le dernier mille (c'est-à-dire l'adoption plus large des résultats de la recherche)? — **General Report** / Rapport Général **17**

Q.62.1: **Technical – Technology Aspects /** Technique - Aspects technologiques **29**

Q.62.2: **Social Side - Socio-Economic Infrastructure Context: Appropriate Technology for Appropriate Resources (For Diverse Groupings of People) including Using Social Media/** Aspect social - Contexte socio-économique de l'infrastructure : technologie appropriée pour des ressources appropriées (pour divers groupes de personnes), y compris l'utilisation des médias sociaux **115**

Q.62.3: **Water Trading /** Commerce de l'eau **116**

Question 63: **What role is played by multidisciplinary dialogue to achieve sustainable development goals?** / Quel rôle joue le dialogue multidisciplinaire pour atteindre les objectifs de développement durable? — **General Report** / Rapport Général **131**

Q.63.1: **Social, Consumer, Supply Chain QA, Reputation and Regulatory Dialogue /** Dialogue social, consommateur, AQ de la chaîne d'approvisionnement, réputation et règlementaire **147**

Q.63.2: **Technical Level Dialogue Vs Other "Levels" /** Dialogue au niveau technique par rapport à d'autres "niveaux" **173**

Q.63.3: **Addressing the Sustainable Development Goals of Responsible Consumption and Production (SDG 12) /** Quelles parties devraient aborder l'ODD 12 "Consommation et production responsables" ? **221**

Special Session: **Developing the Future Tools for Managing Uncertainty in Irrigation Water Supply /** Developper Les Outils Futurs Pour Gerer L'incertitude Dans L'approvisionnement En Eau D'irrigation **241**

Special Session 1: **Institutional Arrangements /** Dispositions institutionnelles **247**

Special Session 2: **System Modelling /** Modélisation du système, **267**

Special Session 3: **Crop Agronomic and Social Adaptation /** Adaptation Agronomique et Sociale des Cultures **331**

International Review Committee **377**

— General Reporter Quettion 62 and Quettion 63 **377**

— Panel of Experts / Co-chairs **378**

— International Reviewers **385**

Author Index **386**

FOREWORD

It is my great honour to present this transaction in a post COVID-19 environment at the 24th ICID International Congress on Irrigation and Drainage initially planned in the year 2020 but now finally happening in the year 2022 with the Theme: “Innovation and research in agricultural water management to achieve sustainable development goals” together with the 73rd International Executive Council Meeting in Adelaide, South Australia from 03 - 10 October 2022.

In 67th Executive Council Meeting, 2016, Chiang Mai, Thailand it was decided that research has given the irrigation community many new technologies and continues to deliver new and innovative approaches to how to use water in irrigation to produce more from less water “more crop per drop”, whilst minimizing environmental adverse impacts. Meeting this objective is becoming more critical as the world’s population increases and the impacts of climate change is now more visible. The ‘last mile’ must be travelled if we are to meet the growing demands of the world’s population for food and natural fibre. The speed and the efficiency with which we travel this last mile will have many components; this theme addresses just one of these components. Considering the Question 62: What Role can Information and Communication Technology Play in Travelling the Last Mile (i.e. the greater adoption of research outputs and Question 63: What role is played by multidisciplinary dialogue to achieve sustainable development goals? Also Special Sessions: ‘Developing future tools for managing uncertainty in irrigation water supply-Institutional Arrangements’, ‘Developing the future tools for managing uncertainty in irrigation water supply-System Modelling’ and ‘Developing the future tools for managing uncertainty in irrigation water supply- Crop Agronomic and Social Adaptation’ were selected for the discussions and accordingly relevant papers were invited for this Congress.

I understand that for this congress invited papers shall be presented with the intention of demonstrating the potential role of the Congress theme. The demands for improved sustainability of agricultural systems will require the stakeholders that make up the farming supply chains, both inputs and outputs, to be effective in communicating how the sector works and the substantial contributions irrigated agriculture makes to achieve the SDGs.

I am sure Irrigation Australia and the Australian National Committee of ICID (IACID) will not leave any stone unturned for the success of the 73rd IEC Meeting & 24th ICID Congress and combined with Irrigation Australia's National Conference and Exhibition, the delegates can be are assured of great hospitality and a rich learning experience.

IACID will be devising very interesting programmes for the accompanying persons as well as study tours for the participants including places of historic importance.

I extend a cordial invitation to all the prospective delegates for the 24th ICID Congress & 73rd IEC meeting combined with the Irrigation Australia National Conference & Exhibition in Adelaide, Australia.

I am looking forward to meeting you there.

Prof. Dr Ragab Ragab
ICID President

AVANT-PROPOS

C'est un grand honneur pour moi de présenter ces Actes dans un environnement post COVID-19 au 24e Congrès International CIID des Irrigations et du Drainage initialement prévu de tenir en 2020 mais qui se tiendra définitivement en 2022 portant sur le Thème : «Innovation et recherche dans la gestion de l'eau agricole pour atteindre les objectifs de développement durable» en même temps que la 73ème réunion du Conseil Exécutif International à Adélaïde, Australie du Sud du 03 au 10 octobre 2022.

Lors de la 67ème réunion du Conseil exécutif international, 2016, Chiang Mai, Thaïlande, il a été reconnu que la recherche a donné à la communauté de l'irrigation de nombreuses nouvelles technologies et continué à fournir des approches nouvelles et innovantes sur la façon d'utiliser l'eau dans l'irrigation pour produire plus avec moins d'eau «plus de culture par goutte», tout en minimisant les impacts environnementaux négatifs. La réalisation de cet objectif devient de plus en plus critique à mesure que la population mondiale augmente et que les impacts du changement climatique sont désormais plus visibles. Le «dernier mille» doit être accompli si nous voulons répondre à la demande croissante de nourriture et de fibres naturelles de la population mondiale. La vitesse et l'efficacité avec lesquelles nous accomplirons ce dernier mille auront de nombreuses composantes; ce thème ne traite que l'une de ces composantes. Considérant la Question 62 : Quel rôle les technologies de l'information et de la communication peuvent-elles jouer à accomplir le dernier mille (c'est-à-dire l'adoption plus large des résultats de la recherche)? et la Question 63 : Quel rôle joue le dialogue multidisciplinaire pour atteindre les objectifs de développement durable? Egalement des sessions spéciales : Développer les outils futurs pour gérer l'incertitude dans l'approvisionnement en eau d'irrigation - Dispositions institutionnelles, Développer les outils futurs pour gérer l'incertitude dans l'approvisionnement en eau d'irrigation - Modélisation du système et Développer les outils futurs pour gérer l'incertitude dans l'approvisionnement en eau d'irrigation - Adaptation agronomique et sociale des cultures « ont été retenues pour les discussions et des articles pertinents ont été invités à ces sujets du Congrès.

Je comprends que pour ce congrès, des articles invités seront présentés dans le but de démontrer le rôle potentiel du thème du congrès. Les demandes d'amélioration de la durabilité des systèmes agricoles exigeront que les parties prenantes qui composent les chaînes d'approvisionnement agricole, à la fois les contributions et les rendements, soient efficaces dans la communication du fonctionnement du secteur et des contributions substantielles de l'agriculture irriguée pour atteindre les ODD.

Je suis sûr qu'Irrigation Australia et le Comité National Australien de la CIID (IACID) remueront ciel et terre pour assurer la réussite de la 73ème Réunion du CEI et du 24e Congrès CIID ainsi que de la Conférence Nationale et de l'Exposition d'Irrigation Australia, les délégués peuvent être assurés d'une grande hospitalité et d'une riche expérience d'apprentissage.

L'IACID élaborera des programmes très intéressants pour les personnes accompagnantes, ainsi que des voyages d'étude pour les participants, y compris des lieux d'importance historique.

J'adresse une invitation cordiale à tous les délégués potentiels à participer au 24e Congrès CIID et à la 73ème réunion du CEI ainsi qu'à la Conférence Nationale et à l'Exposition d'Irrigation Australia à Adélaïde, Australie.

Il me fera grand plaisir de vous y rencontrer.

Le Président CIID

Prof. Dr Ragab Ragab

PREFACE

ICID is a knowledge sharing platform dedicated to issues related to entire spectrum of agricultural water management practices ranging from rain-fed agriculture to supplemental irrigation, land drainage, deficit irrigation to full irrigation, etc. In addition, drainage of agricultural lands forms the core theme of our activities. Floods and drought; the two extremes of increasingly variable climate as a result of potential climate change, also form the focus of activities. ICID has been organizing its flagship triennial event International Congress on Irrigation and Drainage since 1951. The 1st ICID Congress was held in 1951 at Delhi (India) and so far ICID has held 23 Triennial Congresses. The 24th International Congress on Irrigation and Drainage and the 73rd International Executive Council meeting is being organised by Irrigation Australia's Committee on Irrigation and Drainage (IACID) on the theme 'Innovation and Research and In Agricultural Water Management to Achieve Sustainable Development Goals' from 03- 10 October 2022, in Adelaide, South Australia at the Adelaide Convention Centre.

During the 24th ICID Congress, two questions would be addressed: Question 62 on "What Role can Information and Communication Technology Play in Travelling the Last Mile (i.e. the greater adoption of research outputs)?"; and Question 63 on "What role is played by multidisciplinary dialogue to achieve sustainable development goals?". The Congress also addresses an interesting mix of issues that are highly relevant today such as "Integrated Approaches to Irrigation Management in the Future" (Symposium), Special Session: Developing future tools for managing uncertainty in irrigation water supply- Institutional Arrangements, - System Modelling and Crop Agronomic and Social Adaptation were selected for the discussions and accordingly papers were invited for this Congress. We had received huge response in terms of about 435+ abstracts and finally 150+ papers against the approved abstracts.

This pre-congress proceeding in your hand contains all the 'abstracts' of accepted papers together with its French translation and their full text published in a USB. The volume also contains the General Reports on Question 62, 63 and Special Sessions.

My profuse thanks are due once again to each member of the International Review Committee for reviewing the abstracts/papers. My special thanks are also due to General Reporters and Panel Experts/Co-Chairs who synthesized the contributions from authors into valuable reports. Last but not the least, special thanks to my colleagues in the Central Office lead by Er. Balasaheb A. Chivate, Director (Technical), Mr. Keshav Dev Tanwar, Assistant Information & Technology Officer and other supporting staff for their dedication in bringing this Abstract Volume and USB on time.

Ashwin B. Pandya
Secretary General

PREFACE

La CIID est une plateforme destinée à partager des connaissances dédiée aux questions relatives à l'ensemble des pratiques de gestion de l'eau agricole, allant de l'agriculture pluviale à l'irrigation d'appoint, le drainage des terres, l'irrigation déficitaire à l'irrigation complète, etc. En outre, le drainage des terres agricoles constitue le thème central de nos activités. Les inondations et la sécheresse, les deux extrêmes d'un climat de plus en plus variable en raison du changement climatique potentiel, sont également au centre de nos activités. Depuis 1951, la CIID organise son événement triennal phare le Congrès International des Irrigations et du Drainage. Le 1er Congrès CIID fut tenu en 1951 à Delhi (Inde) et jusqu'à présent, la CIID a organisé 23 Congrès triennaux. Le 24e Congrès International des Irrigations et du Drainage et la 73ème réunion du Conseil Exécutif International sont organisés par le Comité des Irrigations et du Drainage d'Irrigation Australia (IACID) sur le thème 'Innovation et recherche dans la gestion de l'eau agricole pour atteindre les Objectifs de développement durable' du 03 au 10 octobre 2022, à Adelaide, Australie du Sud au Centre de Convention d'Adelaïde.

Au cours du 24e Congrès CIID, deux questions seront abordées : La Question 62 sur «Quel rôle les technologies de l'information et de la communication peuvent-elles jouer à accomplir le dernier mille (c'est-à-dire l'adoption plus large des résultats de la recherche)?»; et la Question 63 sur «Quel rôle joue le dialogue multidisciplinaire pour atteindre les objectifs de développement durable?». Le Congrès aborde également un mélange intéressant de questions qui sont très pertinentes aujourd'hui, comme «Les approches intégrées de la gestion de l'irrigation dans le futur» (Symposium), Session spéciale : « Développer les outils futurs pour gérer l'incertitude dans l'approvisionnement en eau d'irrigation - Dispositions institutionnelles, Modélisation du système et Adaptation agronomique et sociale des cultures» ont été sélectionnés pour les discussions et en conséquence des articles ont été invités pour ce Congrès. Nous avons reçu une réponse énorme en termes d'environ 435+ résumés et finalement 150+ articles par rapport aux résumés approuvés ont été retenus.

Ce compte-rendu d'avant-congrès que vous avez dans vos mains contient tous les "résumés" des articles acceptés ainsi que leur traduction française et

leur texte intégral publié sur le média USB. Le volume contient également les Rapports généraux sur les questions 62, 63 et les Sessions spéciales.

Je tiens à exprimer de nouveau mes remerciements aux membres du Comité de Revue International pour passer en revue les résumés et les documents. Je remercie particulièrement les Rapporteurs Généraux et les experts/co-présidents des panels qui ont synthétisé les contributions des auteurs dans des rapports de qualité. Enfin, je remercie tout particulièrement mes collègues du Bureau central, dirigés par l'Ir. Balasaheb A. Chivate, Directeur (Technique), M. Keshav Dev Tanwar, Assistant Info. & tech officer et d'autres personnels de soutien pour leur dévouement à la réalisation de ce volume et de l'USB à l'heure.

Le Secrétaire Général, CIID

Ashwin B. Pandya

CONGRESS THEME:
INNOVATION AND RESEARCH IN AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT TO ACHIEVE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

The congress aims to provide a platform for irrigation and drainage professionals and the broad range of other stakeholders to share their knowledge and experience in sustainable agriculture water management focusing on irrigation management and its related/integrated aspects. The congress will deliberate on various aspects related to the following topics:

(i) Current status of national irrigation sectors

(ii) Future investment in irrigation infrastructure modernization and management

(iii) National factors affecting irrigation management, including water policy, institutions, and capacities

(iv) Prospective areas for future management: resource management, supply and demand management, infrastructure management, on-farm water management, climate change adaptation and disaster risk reduction, institutional and policy reforms, data management, technological interventions, capacity development, gender issues, among others specific to local-contexts

Attention shall be directed to the different levels of technology and modernization practices to present a general perspective and global comparative review amongst the related organizations and institutions.

Theme of 24th ICID Congress 'Innovation and Research in Agricultural Water Management to Achieve Sustainable Development Goals' is expected to address these issues in the form of two questions.

QUESTION 62: What Role Can Information and Communication Technology Play in Travelling the Last Mile (I.e. The Greater Adoption of Research Outputs)?

Research has given the irrigation community many new technologies and continues to deliver new and innovative approaches to how to use water in irrigation to produce more to meet the adage "more crop per drop", whilst minimizing environmental impacts. Meeting this objective is becoming more critical as the world's population increases and the impacts of climate change become more visible.

However, the gap between the development of these new and innovative technologies and the widespread use of these technologies in systems and management continues to grow. This 'last mile' must be travelled if we are to meet the growing demands of the world's population for food and natural fibre. The efficiency with which we travel this last mile will have many components; this theme question addresses just one of these components.

Information and communication technology offer tools and systems which may be used to speed up the adoption of research and development outcomes to produce more crop per drop and to minimise the impacts of irrigation in and to the environment. There are a range of other components to the adoption process including the policy environment, financial assistance and various types of incentives (both financial and nonfinancial), along with social and cultural influences. Information and communication technology have a role to play in all these and the diverse communities and individuals may adopt different processes and seek potentially different step outcomes.

How can this tool be used effectively within different socio-economic environments? We need to ensure that the appropriate tools are used for the different environments in which irrigation

is carried out and for the desired outcomes. Will different tools be used for different desired outcomes within the same local environment/location?

- **Q. 62.1 Technical – Technology Aspects**
- **Q. 62.2 Social Side - Socio-Economic Infrastructure Context: Appropriate Technology for Appropriate Resources (For Diverse Groupings of People) Including Using Social Media**
- **Q. 62.3 Water Trading**

QUESTION 63: What Role is Played by Multi-Disciplinary Dialogue to Achieve Sustainable Development Goals?

In the past, research was undertaken by research organizations (universities, research focused government departments, etc.); policy development and implementation was the realm of government and their departments; ag extension was undertaken by Departments of Agriculture and Universities; and farmers and end-users were expected to just respond to the inputs from these outside of the end-use of irrigation water for crop production. Environmental impacts were only considered when they could no longer be catered for within the production system.

The insular/silo approach had its downside with agronomic research not always being relevant to the needs of the end-users, implications of policy changes not fully understood or even anticipated, adoption of new and more effective ways of crop production was often slow and farmer lead research and adoption not being recognised as pathways to improved production.

It is now recognised and better understood that previous approach to industry extension and achieving sustainable development goals was not always effective.

Multi-disciplinary dialogue engages, by its definition, more than one discipline in design and implementation of policy, research, extension and adoption/use of processes that lead to sustainable development.

How can this multi-disciplinary approach be enhanced with improved interactions and new layers to more effectively engage in the attainment of sustainable development goals?

This Question seeks to draw out approaches that are being used and to stimulate thoughts on further enhancements to make the dialogue between all engaged in sustainable development more effective.

- **Q. 63.1 Social, Consumer, Supply Chain QA, Reputation and Regulatory Dialogue**
- **Q. 63.2 Technical Level Dialogue vs Other "Levels"**
- **Q. 63.3 What Parties Should be Addressing SDG: 12 'Responsible Consumption and Production'.**

THEME DU CONGRESS:
INNOVATION ET RECHERCHE DANS LA GESTION DE L'EAU AGRICOLE POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS DE DEVELOPPEMENT DURABLE

Le Congrès accorde une plateforme aux professionnels du domaine de l'irrigation et du drainage ainsi qu'à un large éventail d'autres parties prenantes afin de partager leurs connaissances et expériences en matière de gestion durable de l'eau agricole, tout en se concentrant sur la gestion de l'irrigation et ses aspects connexes/intégrés. Le Congrès traitera divers aspects liés aux sujets suivants :

(i) Etat actuel des secteurs nationaux d'irrigation,

(ii) Investissements futurs dans la modernisation et la gestion des infrastructures d'irrigation,

(iii) Facteurs nationaux qui exercent un impact sur la gestion de l'irrigation, y compris la politique de l'eau, les institutions et les capacités.

(iv) Domaines potentiels de gestion future : gestion des ressources, gestion de l'offre et de la demande, gestion des infrastructures, gestion de l'eau à la ferme, adaptation au changement climatique et réduction des risques de catastrophe, réformes institutionnelles et politiques, gestion des données, interventions technologiques, développement des capacités, questions de genre, entre autres, de contexte spécifique au contexte local.

L'attention sera portée sur les différents niveaux de technologie et les pratiques de modernisation pour présenter une perspective générale et une revue comparative globale parmi les organisations et les institutions concernées.

Le Thème du 24e Congrès CIID 'Innovation et recherche dans la gestion de l'eau agricole pour atteindre les Objectifs de développement durable' devrait aborder ces questions dans le cadre de deux questions.

QUESTION 62 : Quel rôle les technologies de l'information et de la communication peuvent-elles jouer à accomplir le dernier mille (c'est-à-dire l'adoption plus large des résultats de la recherche)?

Grâce à la recherche, la communauté de l'irrigation a reçu nombreuses nouvelles technologies et a continué à fournir des approches nouvelles et innovantes sur la façon d'utiliser l'eau dans l'irrigation pour produire plus afin de répondre à l'adage "plus de récolte par goutte", tout en minimisant les impacts environnementaux. La réalisation de cet objectif devient de plus en plus critique à mesure que la population mondiale augmente et que les impacts du changement climatique deviennent plus visibles.

Cependant, l'écart continue à augmenter entre le développement de ces technologies nouvelles et innovantes et l'utilisation généralisée de ces technologies dans les systèmes et la gestion. Ce "dernier mille" doit être accompli si nous voulons répondre à la demande croissante de nourriture et de fibres naturelles de la population mondiale. L'efficacité avec laquelle nous accomplirons ce dernier mille aura de nombreuses composantes; cette question thématique ne traite que de l'une de ces composantes.

Les technologies de l'information et de la communication offrent des outils et des systèmes qui peuvent être utilisés pour accélérer l'adoption des résultats de la recherche et du développement afin de produire plus de récoltes par goutte et de minimiser les impacts de l'irrigation sur l'environnement. Le processus d'adoption comporte une série d'autres éléments, notamment l'environnement politique, l'aide financière et divers types d'incitations (financières et non financières), ainsi que des influences sociales et culturelles. Les technologies de l'information et de la communication ont un rôle à jouer dans tous ces éléments et les diverses communautés et individus peuvent adopter des processus différents et rechercher des résultats potentiellement différents.

Comment cet outil peut-il être utilisé efficacement dans des environnements socio-économiques différents? Nous devons nous assurer que les outils appropriés sont utilisés pour les différents environnements dans lesquels l'irrigation est pratiquée et pour les résultats souhaités. Des outils différents seront-ils utilisés pour des résultats souhaités différents dans le même environnement/emplacement local?

Q. 62.1 Technique - Aspects technologiques

Q. 62.2 Aspect social - Contexte socio-économique de l'infrastructure : technologie appropriée pour des ressources appropriées (pour divers groupes de personnes), y compris l'utilisation des médias sociaux

Q. 62.3 Commerce de l'eau

QUESTION 63 : Quel rôle joue le dialogue multidisciplinaire pour atteindre les objectifs de développement durable?

Dans le passé, la recherche était entreprise par des organismes de recherche (universités, départements gouvernementaux axés sur la recherche, etc.); l'élaboration et la mise en œuvre des politiques étaient le domaine du gouvernement et de ses départements; la vulgarisation agricole était entreprise par les départements de l'agriculture et les universités; et les agriculteurs et les utilisateurs finaux étaient censés répondre simplement aux contributions de ces derniers en dehors de l'utilisation finale de l'eau d'irrigation pour la production agricole. Les impacts environnementaux n'étaient pris en compte que lorsqu'ils ne pouvaient plus être pris en charge par le système de production.

L'approche insulaire/silo avait ses inconvénients : la recherche agronomique n'était pas toujours adaptée aux besoins des utilisateurs finaux, les implications des changements de politique n'étaient pas entièrement comprises ou même anticipées, l'adoption de nouvelles méthodes plus efficaces de production végétale était souvent lente et la recherche et l'adoption menées par les agriculteurs n'étaient pas reconnues comme des voies d'amélioration de la production.

Il est maintenant reconnu et mieux compris que l'approche précédente de la vulgarisation industrielle et de la réalisation des objectifs de développement durable n'était pas toujours efficace.

Le dialogue multidisciplinaire engage, par définition, plus d'une discipline dans la conception et la mise en œuvre de la politique, de la recherche, de la vulgarisation et de l'adoption/utilisation des processus qui conduisent au développement durable.

Comment cette approche multidisciplinaire peut-elle être renforcée par de meilleures interactions et de nouvelles couches pour s'engager plus efficacement dans la réalisation des objectifs de développement durable ?

Cette question vise à mettre en évidence les approches utilisées et à stimuler les réflexions sur les améliorations à apporter pour rendre plus efficace le dialogue entre tous les acteurs du développement durable.

Q.63.1 Dialogue social, consommateur, AQ de la chaîne d'approvisionnement, réputation et règlementaire

Q. 63.2 Dialogue au niveau technique par rapport à d'autres "niveaux".

Q. 63.3 Quelles parties devraient aborder l'ODD 12 "Consommation et production responsables" ?

QUESTION 62:
What Role Can Information and Communication Technology Play in Travelling the Last Mile (I.e. The Greater Adoption of Research Outputs)?

Quel rôle les technologies de l'information et de la communication peuvent-elles jouer à accomplir le dernier mille (c'est-à-dire l'adoption plus large des résultats de la recherche)?

General Reporter / Rapporteur Général

Mr. Peter Hayes (Australia) – Chair
VPH Ding Kunlun (China) – Co-Chair

Panel of Experts, Chair and Co-Chairs /
Groupe d'experts, Président et Co-Présidents

Dr. Brian T. Wahlin (USA)
Mr. Momir Vranes (Australia)
Dr. Rajendra S. Poddar (India)
Dr. Ahmed Elsiddig A. Elshaikh (Sudan)
Mr. Richard McLoughlin (Australia)
Mr. K.P. Bakshi (India)

QUESTION 62:

What Role Can Information and Communication Technology Play in Travelling the Last Mile (i.e. The Greater Adoption of Research Outputs)?

GENERAL REPORT

Peter Hayes (Australia)[1]
General Reporter

What role can information and communication technology play in travelling the last mile (i.e., the greater adoption of research outputs)?

This question is intended to address one of the most crucial issues facing irrigation and drainage development, namely, how to facilitate the effective, efficient, practicable and affordable uptake of research outputs. Ideally, such uptake would be accelerated and more widely applicable, and measures to define and evaluate avenues to achieve this should be attractive to players from across the sector.

Information and communications technologies (ICT) offer promising pathways to support the uptake of research outputs related to irrigation and drainage. Research, development and monitoring processes directed to implementation strategies, training and support mechanisms, evaluation of optimal pathways for both general and the many diverse and discrete audiences and sector participants would appear to offer much promise.

Allowing the ongoing development of an extensive array of new technologies, software, innovative approaches and management systems relevant to the issues confronting irrigation and drainage, food and fibre production, and the underlying NRM and sustainability issues, significant challenges persist relating to the accessibility, relevance, reliability, affordability and security of information and communications technologies.

Thus Question.62 presented opportunity for focussing on ways in which Information and communications technologies might facilitate the evaluation, adaptation, and uptake of research outputs rather than simply demonstrating such potential or speculating on how/when/where such potential might be realised. It also offered the prospect of defining and quantifying both the role and the impact of both the research output and the ICT in generating greater adoption of research.

Three sub-questions further framed the invitation for papers and were intended to elicit responses which targetted the themes of the sub-question, within the context of greater adoption, or 'going the last mile'.

Q 62.1: Technology Improvements are Critical to Sustained Improvements in Production of Food and Fibre but without Information and Communication Technology its Uptake is Slow. These Technologies also Need to be Researched and Outputs Implemented, At Various Level, to Ensure that Water for Irrigation is Used Most Effectively.

The Panel Expert, Q62.1, Dr Brian Wahlin makes note that "This question focuses on the many new technologies and innovative approaches that are becoming available to allow water users to more efficiently use irrigation water while minimizing environmental impacts. However, the gap between the development of these new and innovative technologies and the widespread use of these technologies in systems and management continues to grow. Question 62 is focused on how to reduce this gap by identifying issues or needs in preventing researchers and practitioners (both state and non-state) from taking the step in closing the gap.

1 Member, IACID, E-mail: <grapwine@senet.com.au>

Dr Wahlin reviewed and classified the papers as submitted under interesting and valuable headings,

- Training
- Interactions with Non-State Entities
- Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence
- Satellite Technology
- Free Software Papers
- Paid Software Program Papers
- Miscellaneous Papers

Most authors described their methodologies and results or experimentation and modelling in a specific trial or test framework. However relatively few, perhaps only half of the papers, appear to have addressed the key element of the issues of uptake and implementation as defined in the sub-question, Q 62.1.

It is noted that no presentations are made by end-users, farmers and the like, although clear involvement and reflection on end-user experience is addressed within the 'Training' papers.

Similarly, papers within the category of 'Software' addressed utilisation of the technology within to support adoption and 'going the last mile.' Presumably, developers of software have grasped the importance of validating with end-users, their programming, functionality of interface, and reliability of the software as key elements in ensuring adoption.

Regarding the remainder of the papers, most do not address the intent of the Question 62.1 but tend to present case studies related to an innovative technique. While evidently addressing and demonstrating potential within experimental or trial context, there was limited focus on broader implementation strategies, assessment of effectiveness, understanding facilitators or barriers to adoption, or the potential to deploy in other situations.

It remains an unfulfilled wish that papers in the categories of 'Interactions with non-state entities' (private companies), 'Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence' and 'Satellite Technology' would address the issues of transfer, adoption, and utilisation of such technologies, by organisations and individuals in the field.

Q62.2: Social Side - Socio-Economic Infrastructure Context: Appropriate Technology for Appropriate Resources (For Diverse Groupings of People) Including Using Social Media

Advances in irrigation technology will be adopted quicker when the human side of adoption is better understood and facilitated.

The role of information and communication technology in this aspect of the adoption process needs further enhancement and experiences transferred to a broader audience.

In a sense, some recommendations related to the social side have been noted in the prior section summarising Q62.1, however, the two panel experts, Dr. Rajendra Podar and Dr. Ahmed Hayaty Elshaikh, reviewed these papers with a view to assessing the socio-economic aspects influencing the utilisation of social media as appropriate for diverse situations.

As further guidance, questions or suggestions were raised relating to how lessons might be drawn from:

(a) Developed versus countries-in-development and /or country regional diversity and in-country industry sector diversity

(i) What limitations in infrastructure, ICT training and support, reliability, cultural perspectives etc., could limit adoption and ongoing development of ICT based innovation and practice?

(ii) Do such limitations apply across all countries, regions, and cultures?
(iii) What measures might be taken to better support uptake and ongoing use of modern technologies? See (b) below.

(b) Best practices, existing and possible, including technological training and support.

(c) Engaging women and families

(i) Are there means whereby the role of women and families might better facilitate adoption of ICT-based innovations?
(ii) What specific limitations, blockers and support could be applied via these avenues?

(d) Common communities / industries e.g., cotton, dairying, rice etc

(i) Are there opportunities in working via commodity groups such as these, and how might this be done?
(ii) Are such opportunities potentially shared within and between differing commodity groups?
(iii) If not, what measures might be applied to assist transfer and uptake?

In summary, and paraphrasing comments from the panel experts as related to the papers presented under Q62.1, it was expected that with advent of information and communication technology (ICT) and wide-spread application it might be expected that there would be many papers, but in fact, this was not the case (only 8), and most of the papers received do not precisely fall under the sub question 62.2.

There was little evidence of consideration for and discussion of either gender or community issues noted to be of currently elevated relevance within the sector. Panel experts noted the existence of several examples of effective treatment of these issues and others entailing community engagement, energising and empowerment, and suggested that authors may have been aware of and could have utilised those experiences in their reportage

This further reinforces the recommendation made under Q62.1 relating to addressing these issues---in this case, the cultural, social, economic, and related issues--- at the outset when formulating R&D programs and projects.

Similarly, when formulating future congress themes and questions, there may be value in workshop development to assist in precisely defining the scope of the question and perhaps more so, in targeting and supporting researchers to amplify their focus on the social aspects.

Q62.3: Water Trading

This question was quite open ended, but by inference might be expected to address both the opportunities and the challenges presented by ICT in facilitating the fair, equitable and transparent markets for water, in meeting complex and varying resource constraints, allocation challenges and broad policy objectives around the water resource.

The panel expert, Mr Richard McLoughlin summarised the submissions thus, '----- none of the papers proposed for this session on water trading dealt specifically with the topic of water trading and the role therein of ICT, and only a few mentioned related themes such as water pricing, economic performance of irrigation, or development of economic initiatives for future management of irrigation in the face of uncertain water supply. Overall, the papers tended to focus on a largely technical narrative of projects which, while individually valuable and interesting in their context, tended to fall short of the expectations for the theme of the Special Session which is focussed on dealing with future uncertainty and the role of water trading.'

As with Q62.2, there may be value for this and future similar initiatives, to undertake a focussing workshop to highlight the scope and dimensions of some of these seemingly more esoteric and socially focussed but technically demanding themes.

This may assist with not only better defining and designing R&D for impact but would also position ICID in better prioritising and commissioning works for wide and enduring positive influence.

I understand that for this congress an invited paper shall be presented with the intention of demonstrating the potential role of 'water trading' as an instrument of policy to meet multiple objectives, not simply as a commercial enterprise or market instrument with narrow, mercantile objectives. One might hope that this shall give further guidance for future initiatives related to water trading as a but one of the interacting components of the toolkit available to optimise the triple bottom line against resource constraints and allocation challenges.

Concluding Comments

For any future efforts to reinforce the focus on wide, rapid, and effective uptake of research outputs, it is recommended that consideration be given to addressing these issues at the outset when formulating R&D programs and projects. This could, for example entail specifically embedded and clearly defined objectives, related to end-user objectives and motivations, their engagement in formulating works, the description of potential pathways and mechanisms to monitor progress and the attainment of ultimate objectives and outcomes, rather than a focus on project outputs 'per se.'

Such approaches would more directly involve and embrace the challenges faced by end-users in 'going the last mile' in that the works proposed are being undertaken from the outset 'with and for' the client or end-user group, rather than being 'applied to and on behalf of' that group at the end of the development process.

This should deliver some excellent exemplars of end-user engagement, and with the prospects of adaptation and adoption across a diversity of social, economic, and biophysical situations. Such an approach would engage others beyond simply the technical aspects of ICT and may stimulate a greater focus on the adoption process, its facilitators, and blockers.

Regarding the significant role of communicating outcomes with audiences such as those in attendance at ICID (and other) Congresses, seminars, webinars and the like, convenors and organising committees should more clearly define not simply the themes or topics to be addressed, but pay specific attention to,

- The outcomes to be demonstrated by the work being reported and
- Arising from this, the recommendations desired for future R&D and related extension and adoption activity

As a suggestion, perhaps presentations might assign 40-50% of the time to reporting the study and results, with the remainder of the presentation time addressing lessons learnt and recommendations for future communications, extension and the facilitation of adoption or uptake of work, plus suggested future R&D.

Likewise, reviewers should be guided and encouraged to review submission not only for content as such, but for their alignment with and attention to the context and theses defined by conference organisers.

QUESTION 62:
What Role Can Information and Communication Technology Play in Travelling the Last Mile (i.e. The Greater Adoption of Research Outputs)?

RAPPORT GENERAL

Peter Hayes (Australia)[1]
Rapporteur Général

Quel rôle les technologies de l'information et de la communication peuvent-elles jouer à accomplir le dernier mille (c'est-à-dire l'adoption plus large des résultats de la recherche)?

Cette question vise à aborder l'un des problèmes les plus cruciaux auxquels est confronté le développement de l'irrigation et du drainage, à savoir comment faciliter l'acceptation effective, efficace, réalisable et abordable des résultats de la recherche. L'idéal serait que cette l'acceptation devrait être accélérée et plus largement applicable, et les mesures visant à définir et à évaluer les moyens d'y parvenir devraient intéresser les acteurs de l'ensemble du secteur.

Les technologies de l'information et des communications (TIC) offrent des voies prometteuses pour favoriser l'acceptation des résultats de la recherche en matière d'irrigation et de drainage. Les processus de recherche, de développement et de suivi orientés vers les stratégies de mise en œuvre, les mécanismes de formation et de soutien, l'évaluation des voies optimales tant pour le grand public que pour les nombreux publics divers et discrets et les participants du secteur semblent très prometteurs.

En tenant compte du développement continu d'un large éventail de nouvelles technologies, de logiciels, d'approches innovantes et de systèmes de gestion pertinents face aux problèmes d'irrigation et de drainage, de production alimentaire et de fibres, ainsi qu'aux questions sous-jacentes de GRN et de durabilité, des défis importants persistent en ce qui concerne l'accessibilité, la pertinence, la fiabilité, l'accessibilité financière et la sécurité des technologies de l'information et des communications.

Ainsi, la question 62 permet de se concentrer sur la manière dont les technologies de l'information et de la communication peuvent faciliter l'évaluation, l'adaptation et l'adoption des résultats de la recherche, plutôt que de simplement démontrer ce potentiel ou de s'interroger sur comment/quand/où ce potentiel pourrait être réalisé. Elle offre également la possibilité de définir et de quantifier le rôle et l'impact des résultats de la recherche et des TIC dans l'adoption de la recherche.

Trois sous-questions encadraient l'appel à communication et visaient à susciter des réponses ciblées sur les thèmes de la sous-question, dans le contexte d'une plus grande adoption ou d'un "accomplissement du dernier mille".

Q 62.1: Les améliorations technologiques sont essentielles pour améliorer de manière durable la production d'aliments et de fibres, mais sans technologies de l'information et de la communication, leur acceptation est lente. Ces technologies doivent également faire l'objet de recherches et les résultats doivent être mis en œuvre, à différents niveaux, afin de s'assurer que l'eau d'irrigation est utilisée le plus efficacement possible.

L'expert du panel, Q62.1, Dr Brian Wahlin note que "Cette question porte sur les nombreuses nouvelles technologies et approches innovantes qui deviennent disponibles pour permettre aux utilisateurs d'eau d'utiliser plus efficacement l'eau d'irrigation tout en minimisant les

1 E-mail: <grapwine@senet.com.au>

impacts environnementaux. Cependant, l'écart continue à augmenter entre le développement de ces technologies nouvelles et innovantes et l'utilisation généralisée de ces technologies dans les systèmes et la gestion. La question 62 se concentre sur la manière de réduire cet écart en identifiant les problèmes ou les besoins qui empêchent les chercheurs et les praticiens (étatiques et non étatiques) de prendre les mesures pour combler cet écart.

M. Wahlin a examiné et classé les articles soumis dans le cadre des rubriques intéressantes et utiles,

- Formation
- Interactions avec les entités non étatiques
- Internet des choses (IoT) et intelligence artificielle
- Technologie des satellites
- Articles sur les logiciels libres
- Articles sur les logiciels payants
- Articles divers

La plupart des auteurs ont décrit leurs méthodologies et leurs résultats ou l'expérimentation et la modélisation dans un cadre d'essai ou de test spécifique. Cependant, relativement peu d'articles, peut-être seulement la moitié, semblent avoir abordé l'élément clé des problèmes d'adoption et de mise en œuvre tels que définis dans la sous-question Q 62.1.

Il est à noter qu'aucune présentation n'est faite par les utilisateurs finaux, les agriculteurs et autres, bien qu'une implication et une réflexion claires sur l'expérience de l'utilisateur final soient abordées dans les articles relevant de "Formation".

De même, les articles relevant de la catégorie "Logiciels" traitent de l'utilisation de la technologie pour soutenir l'adoption et "accomplir le dernier mille". On peut supposer que les promoteurs de logiciels ont compris l'importance de valider avec les utilisateurs finaux, leur programmation, la fonctionnalité de l'interface et la fiabilité du logiciel comme éléments clés pour assurer l'adoption.

En ce qui concerne le reste des articles, la plupart ne répondent pas à l'intention de la question 62.1 mais tendent à présenter des études de cas liées à une technique innovante. Tout en abordant et en démontrant de manière évidente le potentiel de la technique dans un contexte expérimental ou d'essai, l'accent est mis de manière limitée sur les stratégies de mise en œuvre plus larges, l'évaluation de l'efficacité, la compréhension des facilitateurs ou des obstacles à l'adoption, ou le potentiel de l'utilisation dans d'autres situations.

Il s'agit d'un souhait non réalisé que les articles relevant des catégories "Interactions avec les entités non étatiques" (entreprises privées), "Internet des choses (IoT) et "Intelligence artificielle" et "Technologie des satellites" pourraient aborder les questions du transfert, de l'adoption et de l'utilisation de ces technologies par les organisations et les individus sur le terrain.

Q62.2: Aspect social - Contexte socio-économique de l'infrastructure : technologie appropriée pour des ressources appropriées (pour divers groupes de personnes), y compris l'utilisation des médias sociaux.

Les progrès réalisé par la technologie d'irrigation seront adoptés plus rapidement si l'aspect humain de l'adoption est mieux compris et facilité.

Le rôle joué par des technologies de l'information et de la communication dans cet aspect du processus d'adoption doit être renforcé et les expériences doivent être transférées à un public plus large.

Dans une certaine mesure, certaines recommandations liées à l'aspect social ont été notées dans la section précédente résumant la Q62.1. Toutefois, les deux experts du panel, le Dr

Rajendra Podar et le Dr Ahmed Hayaty Elshaikh, ont examiné ces documents dans le but d'évaluer les aspects socio-économiques influençant l'utilisation des médias sociaux en fonction de diverses situations.

A titre d'orientation supplémentaire, des questions ou des suggestions ont été soulevées concernant la façon dont les leçons pourraient être tirées des éléments suivants

(a) Pays développés par rapport aux pays en développement et/ou diversité régionale des pays et diversité des secteurs industriels au sein du pays

  (i) Quelles sont les limitations en matière d'infrastructure, de formation et de soutien aux TIC, de fiabilité, de perspectives culturelles, etc., qui pourraient limiter l'adoption et le développement continu de l'innovation et des pratiques basées sur les TIC ?
  (ii) Est-ce que ces limites s'appliquent à tous les pays, régions et cultures?
  (iii) See (b) below. Quelles mesures pourraient être prises pour mieux soutenir l'adoption et l'utilisation continue des technologies modernes? Voir (b) ci-dessous.

(b) Meilleures pratiques, existantes et possibles, y compris la formation et le soutien technologiques.

(c) Participation des femmes et des familles

  (i) Est-ce qu'il existe des moyens par lesquels le rôle des femmes et des familles pourrait mieux faciliter l'adoption d'innovations basées sur les TIC?
  (i) Quelles limitations, quels blocages et quels soutiens spécifiques pourraient être appliqués via ces moyens?

(d) Communautés/industries communes, par exemple, coton, laiterie, riz, etc.

  (i) Y a-t-il des possibilités de travailler par l'intermédiaire de groupes de matière première tels que ceux-ci, et comment cela pourrait-il se faire?
  (ii) Ces opportunités sont-elles potentiellement partagées au sein et entre les différents groupes de matière première?
  (iii) Si ce n'est pas le cas, quelles mesures pourraient être prises pour faciliter le transfert et l'acceptation?

En résumé, et en paraphrasant les commentaires des experts du panel concernant les articles présentés à la Q62.1, on s'attendait à ce qu'avec l'avènement des technologies de l'information et de la communication (TIC) et leur large application, il y ait beaucoup d'articles, mais en fait, ce n'était pas le cas (seulement 8), et la plupart des articles reçus ne correspondent pas précisément à la sous-question 62.2.

Il y avait peu de preuves de la prise en compte et de la discussion tenues sur les questions liées au genre ou à la communauté qui porte actuellement une grande importance dans le secteur. Les experts du panel ont noté l'existence de plusieurs exemples de traitement efficace de ces questions et d'autres impliquant l'engagement, la dynamisation et l'autonomisation de la communauté, et ont proposé que les auteurs fussent peut-être conscients de ces expériences et auraient pu les utiliser dans leur reportage.

Cela renforce encore la recommandation faite à la Q62.1 concernant la prise en compte de ces questions - dans ce cas, les questions culturelles, sociales, économiques et connexes - dès le début de la formulation des programmes et des projets de R-D.

De même, lors de la formulation des thèmes et questions futurs du congrès, il pourrait être utile d'organiser des ateliers pour aider à définir précisément la portée de la question et, peut-être plus encore, pour cibler et aider les chercheurs à se concentrer davantage sur les aspects sociaux.

Q.62.3: Commerce de l'eau

Cette question était assez ouverte, mais par conclusion, on pouvait s'attendre à ce qu'elle traite à la fois des opportunités et des défis présentés par les TIC pour faciliter les marchés de l'eau justes, équitables et transparents, en répondant aux contraintes complexes et variables des ressources, aux défis de l'allocation et aux objectifs politiques généraux autour de la ressource en eau.

L'expert du panel, M. Richard McLoughlin, a résumé les soumissions de la manière suivante : " -----. Aucun des articles proposés pour cette session sur le commerce de l'eau ne traitait spécifiquement du commerce de l'eau et du rôle des TIC dans ce domaine. Dans l'ensemble, les articles ont eu tendance à se concentrer sur un récit largement technique de projets qui, bien qu'individuellement valables et intéressants dans leur contexte, ont eu tendance à ne pas répondre aux attentes du thème de la session spéciale qui se concentre sur la gestion de l'incertitude future et le rôle du commerce de l'eau".

Ainsi que pour la Q62.2, il pourrait être utile pour cette initiative et les initiatives similaires à venir, d'entreprendre un atelier de focalisation pour souligner la portée et les dimensions de certains de ces thèmes apparemment plus ésotériques et socialement focalisés mais techniquement exigeants.

Cela pourrait aider non seulement à mieux définir et concevoir la R&D pour l'impact mais aussi à positionner la CIID pour mieux prioriser et commander des travaux pour une influence positive large et durable.

Je comprends que pour ce congrès, une communication invitée sera présentée avec l'intention de démontrer le rôle potentiel du 'commerce de l'eau' comme un instrument de politique pour atteindre des objectifs multiples, et non pas simplement comme une entreprise commerciale ou un instrument de marché avec des objectifs étroits et commerciaux. On peut espérer que cela donnera des indications supplémentaires aux initiatives futures liées au commerce de l'eau en tant que l'un des composants interactifs de la trousse à outils disponible pour optimiser le triple essentiel face aux contraintes de ressources et aux défis d'allocation.

Observations finales :

Pour tout effort futur visant à renforcer l'accent mis sur une acceptation large, rapide et efficace des résultats de la recherche, il est recommandé d'envisager d'aborder ces questions dès le début de la formulation des programmes et des projets de R&D. Cela pourrait, par exemple, impliquer des objectifs spécifiquement intégrés et clairement définis, liés aux objectifs et aux motivations des utilisateurs finaux, à leur participation à la formulation des travaux, à la description des voies et des mécanismes potentiels de suivi des progrès et à la réalisation des objectifs et des résultats finaux, plutôt que de se concentrer sur les résultats du projet "en soi".

De telles approches impliqueraient plus directement les utilisateurs finaux et relèveraient les défis auxquels ils sont confrontés pour "accomplir le dernier mille", dans la mesure où les travaux proposés sont entrepris dès le début "avec et pour" le client ou le groupe d'utilisateurs finaux, plutôt que d'être "appliqués à et pour le compte" de ce groupe à la fin du processus de développement.

Cela devrait permettre d'obtenir d'excellents exemples d'engagement de l'utilisateur final, avec des perspectives d'adaptation et d'adoption dans diverses situations sociales, économiques et biophysiques. Une telle approche engagerait les autres au-delà des simples aspects

techniques des TIC et pourrait inciter à se concentrer davantage sur le processus d'adoption, ses facilitateurs et ses bloqueurs.

En ce qui concerne le rôle significatif de la communication des résultats aux publics tels que ceux qui assistent aux Congrès CIID (et autres), aux séminaires, aux webinaires et autres, les organisateurs et les Comités d'organisation devraient définir plus clairement non seulement les thèmes ou les sujets à aborder, mais accorder une attention spécifique,

- aux résultats à démontrer par le travail rapporté et
- aux recommandations qui en découlent pour les activités futures de R&D, de vulgarisation et d'adoption.

À titre de suggestion, les présentations pourraient peut-être consacrer 40 à 50% du temps à la présentation de l'étude et des résultats, le reste du temps de la présentation étant consacré aux leçons apprises et aux recommandations pour les communications futures, la vulgarisation et la facilitation de l'adoption ou de l'acceptation des travaux, ainsi que pour la R&D future suggérée.

De même, les critiques devraient être guidés et encouragés à examiner les présentations non seulement pour leur contenu en tant que tel, mais aussi pour leur alignement et leur attention au contexte et aux thèses définis par les organisateurs de la conférence.

Abstracts of Papers received in Response to

Q.62.1: **Technical – Technology Aspects /** Technique - Aspects technologiques

INDEX OF ABSTRACT

Page No.

R.62.1.01 **Crop Evapotranspiration Mapping Based on the Aerodynamic Temperature Approach** **35**
Cartographie De L'évapotranspiration D'un Couvert Basée Sur L'approche Aérodynamique De La Température
Chávez, José L. (PhD,) (USA)

R.62.1.02 **Prospects and Features of Irrigation Development in Small Scale River Basins of the Forest Steppe of Ukraine** **37**
Perspectives Et Caractéristiques Du Développement De L'irrigation Dans Les Petits Bassins Fluviaux De La Steppe Forestière Ukrainienne
M. Romashchenko, A. Shevchenko, S. Shevchuk, Shevchenko, O. Kozytskyi, R. Bozhenko (Ukraine)

R.62.1.03 **Improved Communication Approach for Salinity Risk Management in the Shepparton Irrigation Région** **38**
De Communication Amelioree Pour La Gestion Du Risque De Salinite Dans La Region D'irrigation De Shepparton
Carl Walters, Simon Cowan, Mark Potter, Terry Hunter, Damien Finlayson (Australia)

R.62.1.04 **Decision Support Systems in Irrigation Management: Sutem** **39**
Systèmes D'aide À La Décision Dans La Gestion De L'irrigation: Sutem
Şeren Ahmet (Turkey)

R.62.1.05 **Estimation of Water Balance in an Irrigation System Using IoT: A Case Study** **41**
Estimation Du Bilan Hydrique Dans Un Système D'irrigation À L'aide De L'IoT : Une Étude De Cas
Jasim Uddin, Allen Benter, Ben Sefton (Australia)

R.62.1.06 **Water, Food and Energy Security of India –Challenges and Way Forward** **43**
Securite De L'eau, De L'alimentation Et De L'energie En Inde - Defis Et Perspectives De L'avenir
Nitya Nand Rai, and Rishi Srivastava (India)

R.62.1.07 **Technological and Communication Aspects of Development and Implementation of Irrigation Management Systems in Ukraine** **45**
Aspects Technologiques Et De Communication Du Développement Et De La Mise En Œuvre Des Systèmes De Gestion De L'irrigation En Ukraine
Prof. Romashchenko Mykhailo, Dr. Matiash Tatiana, Dr. Bohaienko Vsevolod (Ukraine)

R.62.1.08 **On the Optimization of the Structure of Agro landscapes in Southern Ukraine** **47**
Sur L'optimisation De La Structure Des Paysages Agricoles Au Sud De L'ukraine
Iu. Danyenko, V. Bohaienko , Yu. Mykhailov, S. Lutnitskyi(Ukraine)

R.62.1.09 **Water Losses Reduction in Irrigation Networks of Khuzestan Province by Using GCL Underlining of Irrigation Canals** **49**
Réduction Des Pertes D'eau Dans Les Réseaux D'irrigation De La Province De Khuzestan Par L'utilisation Du Revetement GCL Des Canaux D'irrigation
Pashmforoosh, Maryam, Khodabakhshi, Hamidreza, Esmaelzade, Farshad (Iran)

R.62.1.10 **Operation and Maintenance System of Irrigation for Onion Crop on Paddy Field** **51**
Système D'exploitation Et D'entretien D'irrigation Pour La Culture D'oignons Dans La Rizière
Dr. Ir. Msc. Laurentia Susilawati Cicilia, St, Sp, Mt Lukas A Melkior (Indonesia)

R.62.1.11 **Aquifer and Flood Spreading System in Iran, A Way to Increase New Water Resources, Revitalizing the Environment and Sustainable Development of Agriculture and Natural Resources** **53**
Système D'épandage Des Aquifères Et Des Crues En Iran, Un Moyen D'augmenter Les Nouvelles Ressources En Eau, De Revitaliser L'environnement Et De Développer Durablement L'agriculture Et Les Ressources Naturelles
Parviz Garshasbi , Abotaleb Ghezelseflo, Mahdi Shafaghati (Iran)

R.62.1.12 **Coupling Arcswat and Deficit Irrigation for Water Management in Irrigation Project under Changing Climate** **55**
Association De L'arcswat Et De L'irrigation Déficitaire Pour La Gestion De L'eau Dans Un Projet D'irrigation Sous Un Climat
R.T. Thokal, Mahesh Kothari, S.D. Gorantiwar, and S.R. Bhakar (India)

R.62.1.13 **Behavior of Groundwater under Changing Climate in an Irrigated-Agricultural Area of Indus Basin Pakistan** **57**
Comportement Des Eaux Souterraines Dans Un Contexte De Changement Climatique Dans Une Zone Agricole Irriguée Du Bassin De L'indus Au Pakistan
Ghulam Zakir-Hassan, Faiz Raza Hassan, J F Punthakey, Ghulam Shabir, Muhammad Ali Hassan Khan (Pakistan)

R.62.1.14 **Impact of Mohan Pura Pressurized Irrigation Project, Madhya Pradesh, India** **59**
Impact Du Projet D'irrigation Sous Pression De Mohanpura, Madhya Pradesh, Inde
A.K. Upmanyu, Vikas Rajoria , Shubhankar Biswas and Ravindra Ulangwar (India)

R.62.1.15 **Integrated Water Management and Role of Digital Agriculture** **61**
Gestion Integree De L'eau Et Role De L'agriculture Numerique
Er. Rohit Lall (India)

R.62.1.16 **Applying Iot Technology to Design and Build Farm Pond Water Allocation Management System in Taiwan** **63**
Application De La Technologie Iot a La Conception Et a La Creation D'un Système De Gestion De L'allocation De L'eau Des Étangs Agricoles À Taiwan
Chien-Kuo Chen, Jih-Shun Liu, Hsing-Hao Hsu, Hung-Chih Lee, Hsiu- Chuan Wang, Pai-Hung Wang, and Fang-Lan Ko (Chinese Taipei)

R.62.1.17 **A Case Study of Water Allocation System with Iot Technology in Taiwan Fushinchu Main Canal** **65**
Étude De Cas Du Système D'allocation D'eau Avec La Technologie Iot Dans Le Canal Principal De Fushinchu À Taiwan
Jih-Shun Liu, Ray-Shyan Wu, Chih-Chiang Dung, Fang-Lan Ko, Ji-You Liang, Shao-Ran Chang, Jioun-Jie Huang, and Hong-Man Tsai (Chinese Taipei)

R.62.1.18 **Study on Groundwater Level Estimation Model in Farm Pond Irrigation Area** **67**
Étude Sur Le Modèle D'estimation Du Niveau Des Eaux Souterraines Dans La Zone D'irrigation Des Étangs Agricoles
Ray-Shyan Wu, Jih-Shun Liu, Chung-Ling Hsieh, and Fang-Lan Ko (Chinese Taipei)

R.62.1.19 **Different Levels of Nitrogen Fertilizer on Quantitative and Qualitative Characteristics of Quinoa Grain Yield** **69**
Differents Niveaux D'engrais Azote Sur CaracteristiquesQuantitative Et Qualitatives Du Rendement En Grains De Quinoa
Mahsa Mansouri, and Mehrnoosh Golabi (Iran)

R.62.1.20 **Decrease in Yields of Cereals and Oil Seed under Rainfed of the Pampas Humid, Argentina** **71**
Baisse Des Rendements Des Céréales Et Oléagineux Sous L´Irrigation D´Appoint Des Pampas Humide, Argentine
Catalina Romay (Argentina)

R.62.1.21 **Development of Decision Support System for Irrigation Operation in Indonesia** **73**
Développement D'un Système D'aide À La Décision Pour L'exploitation D'irrigation En Indonésie
Dr. Murtiningrum, Murtiningrum, Prof. Arif, Sigit S., and Dr. Nugroho, Andri P. (Indonesia)

R.62.1.22 **Review of Current Water Allocation Practices in Sri Lanka** **75**
Examen Des Pratiques Actuelles D'allocation De L'eau Au Sri Lanka
Eng (Mrs), Meegastenna, Janak and and Eng (Mrs), Kamaladasa, Badra (Sri Lanka)

R.62.1.23 **Recent Developments in Measured Irrigation** **77**
Développements Récents En Irrigation Mesurée
Dr Omodei, Bernie (Australia)

R.62.1.24 **Possibilities of Using GIS in Irrigation and Drainage Management: Example of Hatay Hassa Irrigation Project** **79**
Possibilités D'utilisation Du Sig Dans La Gestion De L'irrigation Et Du Drainage : Example Du Projet D'irrigation Hatay Hassa
Aynur Fayrap, and Şerife Pınar Güvel (Turkey)

R.62.1.25 **Water Storage Estimation in Reservoirs Using Multiple Satellite Observations** **81**
Estimation Du Stockage De L'eau Dans Les Réservoirs À L'aide D'observations Satellitaires Multiples
Hee-Jin Lee, and Won-Ho Nam (South Korea)

R.62.1.26 **Developing Data-Driven Quality Control Algorithm to Manage Real-Time Water Level Using Deep Learning** **82**
Développement D'un Algorithme De Contrôle De Qualité Base Sur Les Données Pour Gérer Le Niveau D'eau En Temps Réel À L'aide De L'apprentissage Approfondi
Yang, Mi-Hye, and Nam, Won-Ho (South Korea)

R.62.1.27 **Spatio-Temporal Trend Analysis of Drought Occurrence Using Multi-Satellite Images In South Korea** **84**
Analyse Des Tendances Spatio-Temporelles De L'evenement De La Sécheresse À L'aide D'images Multi-Satellites En Corée Du Sud
Dong-Hyun Yoon, and Won-Ho Nam (South Korea)

R.62.1.28 **Possibilities of Benefit from GIS in Monitoring and Assessment of Water table in Irrigated Areas: Example of Hatay Hassa Irrigation Project** **85**
Possibilités De Bénéficier Du Sig Dans La Surveillance Et L'évaluation De La Nappe Phréatique Dans Les Zones Irriguées: Exemple Du Projet D'irrigation Hatay Hassa
Aynur Fayrap, and Şerife Pınar Güvel (Turkey)

R.62.1.29 **A Case Study on Iot Technology Supported Smart Water Allocation System in Taiwan Chia-Nan North Main Canal** **87**
Étude De Cas Sur Le Système Intelligent D'allocation D'eau Soutenu Par La Technologie Iot Au Canal Principal Chia-Nan Du Nord À Taiwan
Jih-Shun Liu, Ray-Shyan Wu, Chih-Chiang Dung, Fang-Lan Koi, Hao-Chih Lee, Chien-Chih Lee, and Chin-Yuan Lin (Chinese Taipei)

R.62.1.30 **Viability of Remote Sensing Technology to Measure Water Sufficiency in Hilly Paddy Farms** **90**
Viabilité De La Technologie De Télédétection Pour Mesurer La Suffisance De L'eau Dans Les Exploitations Rizicoles Vallonnees
Revalin Herdianto, Iwan Nusyirwan, Syaiful Mahdi, and Adek Rizaldi **(Indonesia)**

R.62.1.31 **Water Resource Management Research in Benin: An Online Systematic Review for Future Direction** **92**
Recherche Sur La Gestion Des Ressources En Eau Au Benin: Revue Systémique En Ligne Pour Une Orientation Future
Ella Sede Maforikan, and Ali Hammani (Benin)

R.62.1.32 **Water Level Estimation in Agricultural Open Channel Using CCTV Image Segmentation** **94**
Estimation Du Niveau D'eau Dans UN Canal Ouvert Agricole À L'aide De La Segmentation D'images CCTV
Kwihoon Kim, Maga Kim, Pureun Yoon, Jehong Bang, and Jin-Yong Choi (South Korea)

R.62.1.33 **Prospects and Features of Irrigation Restoration on the Lower-Dniesters Irrigation System** **96**
Perspectives Etc Aractéristiques De La Restauration De L'irrigation Dans Le Système D'irrigation Du Bas-Dniesters
Romashchenko M.I, Matiash T.V., Dekhtiar O.O., Shevchuk S.A., Saidak R.V, and Yatsyuk M.V. (Ukraine)

R.62.1.34 **The Virtual Irrigation Academy: A Learning and Governance System for Smallholder Irrigators** **98**
Académie Virtuelle D'irrigation : Système D'apprentissage et de Gouvernance Destine
Aux Petits Irrigants, and Dr Richard Stirzaker (Australia)

R.62.1.35 **Using Geosynthetics in Irrigation Canals (Case Study of Irrigation Canals in Khuzestan Province-Iran)** **100**
Utilisation De Géosynthétiques Dans Les Canaux D'irrigation (Étude De Cas Des Canaux D'irrigation Dans La Province De Khuzestan-Iran)
Pashmforoosh, Maryam, Khodabakhshi, Hamidreza, and Esmaelzade, Farshad (Iran)

R.62.1.36 **Changes and Variability of Precipitation and Temperature in the Guna Tana Watershed, Upper Blue Nile Basin, Ethiopia** **101**
Changements Et Variabilité Des Précipitations Et De La Température Dans Le Bassin Versant De Guna Tana, Bassin Supérieur Du Nil Bleu, Éthiopie
Meseret Dawit, Megersa Dinka, Afera Halefom, Asirat Teshome, Ermias Sisay, Biruk Shewayirga, and Mihret Dananto (Ethiopia)

R.62.1.37 **Development of Rainfall Intensity Duration Frequency (IDF) Curves for Sri Lanka to Be Used in Water Resources Development** **103**
Développement Des Courbes D'intensité-Durée-Fréquence (IDF) De Precipitation Au Sri Lanka À Utiliser Pour Le Développement Des Ressources En Eau
Eng. (Ms) Gunawardana, and Aluthge Dona Suhajinee (Sri Lanka)

R.62.1.38 **Evaluation of Satellite Precipitation Products through Hydrological Simulation in Data Scarce Environment** **105**
Évaluation Des Produits De Précipitations Satellitaires Par La Simulation Hydrologique Dans Un Environnement Pauvre En Données
Hafiz, Kashif, Muhammad, Masood Muhammad, Nabi Ghulam, Naveed Muhammad, and Awais Zafar Muhammad (Pakistan)

R.62.1.39 **Irrigation Water Management for Increasing Agricultural Productivity in Gomal Zam Dam Command Area** **107**
Gestion De L'eau D'irrigation Pour Augmenter La Productivité Agricole De La Zone De Commande Du Barrage De Gomal Zam *M. Akhtar Bhatti (Pakistan)*

R.62.1.40 **Irrigation and Fertilisation Management Practice for Smallholder Farmers in Surface Irrigated Field** **109**
Pratiques De Gestion De L'irrigation Et De La Fertilisation Pour Les Petits Exploitants Agricoles Dans Les Champs Irrigués De Surface
Mr. Sun Xiulu, Dr Henk Ritzema, and Dr Jos Van Dam (China)

R.62.1.41 **Applications of Copernicus Satellites to Service Low Impact Agriculture in Australia: The Coala H2020 Project** **111**
Applications Des Satellites Copernicus Au Service De L'agriculture À Faible Impact En Australie : Le Projet Coala
Prof D'urso, Guido, Dr De Michele, Carlo, Dr Vuolo, Francesco, Prof Ryu, Dongryeol, Prof Metternicht, Graciela, Prof Calera, Alfonso, and Dr Osann, Anna (Italy)

R.62.1.42 ***Comparative Evaluation of Crowdsourcing Optic Technology Versus Centralized Traditional Water Monitoring*** **113**
Évaluation Comparative De La Technologie Optique De Crowdsourcing Par Rapport À La Surveillance Traditionnelle Centralisée De L'eau
Mr. Salman Maher, Ms. Pek Eva, Mr. Lebdi Fethi, and Ms. Simongini Camilla (Italy)

CROP EVAPOTRANSPIRATION MAPPING BASED ON THE AERODYNAMIC TEMPERATURE APPROACH

CARTOGRAPHIE DE L'ÉVAPOTRANSPIRATION D'UN COUVERT BASÉE SUR L'APPROCHE AÉRODYNAMIQUE DE LA TEMPÉRATURE

Chávez, José L.(Ph.D,) [1]

ABSTRACT

Different methods exist in the literature to measure or estimate actual crop evapotranspiration (ETa). However, some methods require a large number of data input or strict (optimal) field conditions. For instance, the two-step crop coefficient method requires standard conditions of a reference crop and field that rarely are met. Remote sensing based ETa algorithms based on extreme pixels (hot and cold) have limitations when required extreme pixels are not present in the acquired imagery or when surface conditions are not homogeneous. In addition, satellite overpass frequency and spatial pixel resolution may be a limitation for some agricultural fields and micro-climates. Surface energy balance methods that use surface radiometric temperatures (based on thermal bands) often fail to perform well under drought, limited irrigation, salt affected soils, and/or sparse vegetation conditions. Thus, assessing the crop actual field condition, at a high spatial and temporal resolution, is highly desirable. One option is to install temperature (humidity and wind) sensors to calculate heat fluxes using a temperature gradient approach, aerodynamic profiles, or the Bowen ratio approach. Yet, another alternative is to determine the crop actual (field) condition by measuring (or estimating) the crop actual sensible heat flux through the so-called "aerodynamic temperature." This latter approach may be desirable due to its low demand of field-based measurements and the continuous nature of monitoring field conditions. Therefore, this study presents an energy balance algorithm based on the characterization of the agricultural crop and field aerodynamic temperature for different crop types and environmental conditions, and discusses its applicability, accuracy, and limitations. Assessing (field) actual crop water use continuously allows a faster assessment of crop/soil water status and irrigation management decision making. The aerodynamic temperature was initially modelled as a function of surface radiometric temperature, air temperature, crop leaf area index, and wind speed or surface aerodynamic resistance with good results. However, the inclusion of the crop fractional percent cover and of a new resistance term (turbulent-mixing row resistance) improved the estimation of the sensible heat and latent heat fluxes, when evaluated with data derived from eddy covariance energy balance towers, for both fully and deficit irrigation strategies. The sensible heat flux and the latent heat fluxes were estimated with errors as low as -4.9±16.3% and -1.8±9.7%, respectively. Applications of the aerodynamic temperature method using remote sensing data from different platforms (i.e., ground-based/proximal, manned airborne, and satellites) are discussed and evaluated. In particular, the application of the aerodynamic temperature method with data from microsatellites, that provide daily images at high spatial resolutions, is very promising for the integration of resulting crop evapotranspiration rates in soil water balance-based irrigation scheduling tools.

Keywords: Irrigation Management; Actual Crop Water Use; Remote Sensing; Evapotranspiration.

1 Associate Professor, Colorado State University, U.S.A., jose.chavez@colostate.edu

RESUME

Il existe différentes méthodes dans la littérature pour mesurer ou estimer l'évapotranspiration réelle d'un couvert (ET_a). Cependant, certaines méthodes nécessitent un grand nombre d'entrées de données ou des conditions de terrain strictes (optimales). Par exemple, la méthode du coefficient cultural en deux étapes nécessite des conditions standard d'une culture et d'un champ de référence qui sont rarement remplies. Les algorithmes ET_a basés sur la télédétection basés sur des pixels extrêmes (chauds et froids) ont des limites lorsque les pixels extrêmes requis ne sont pas présents dans l'imagerie acquise ou lorsque les conditions de surface ne sont pas homogènes. De plus, la fréquence de dépassement du satellite et la résolution spatiale des pixels peuvent être une limitation pour certains champs agricoles et microclimats. Les méthodes de bilan énergétique de surface qui utilisent des températures radiométriques de surface (basées sur des bandes thermiques) ne fonctionnent souvent pas bien en cas de sécheresse, d'irrigation limitée, de sols salins et/ou de conditions de végétation clairsemée. Ainsi, il est hautement souhaitable d'évaluer l'état réel de la culture sur le terrain, à une résolution spatiale et temporelle élevée. Une option consiste à installer des capteurs de température (humidité et vent) pour calculer les flux de chaleur en utilisant une approche de gradient de température, des profils aérodynamiques ou l'approche du taux de Bowen. Pourtant, une autre alternative consiste à déterminer l'état réel de la culture (au champ) en mesurant (ou en estimant) le flux de chaleur sensible réel de la culture à travers la soi-disant «température aérodynamique». Cette dernière approche peut être souhaitable en raison de sa faible demande de mesures sur le terrain et de la nature continue de la surveillance des conditions sur le terrain. Par conséquent, cette étude présente un algorithme de bilan énergétique basé sur la caractérisation de la température aérodynamique des cultures agricoles et des champs pour différents types de cultures et conditions environnementales, et discute de son applicabilité, de sa précision et de ses limites. L›évaluation continue de l›utilisation réelle de l›eau agricole (sur le terrain) permet une évaluation plus rapide de l›état de l›eau agricole /du sol et une prise de décision en matière de gestion de l›irrigation. La température aérodynamique a été initialement modélisée en fonction de la température radiométrique de surface, de la température de l›air, de l›indice de surface foliaire de la culture et de la vitesse du vent ou de la résistance aérodynamique de surface avec de bons résultats. Cependant, l›inclusion du pourcentage de couverture fractionnelle de la culture et d›un nouveau terme de résistance (résistance des rangs de mélange turbulent) a amélioré l›estimation des flux de chaleur sensible et de chaleur latente, lorsqu›ils ont été évalués avec des données dérivées de tours de bilan énergétique à covariance de tourbillon, pour les stratégies d›irrigation complète et déficitaire. Le flux de chaleur sensible et les flux de chaleur latente ont été estimés avec des erreurs aussi faibles que -4,9±16,3% et 1,8±9,7%, respectivement. Les applications de la méthode de température aérodynamique utilisant des données de télédétection provenant de différentes plates-formes (c'est-à-dire au sol/proximales, aéroportées habitées et satellites) sont discutées et évaluées. En particulier, l›application de la méthode de température aérodynamique avec des données de microsatellites, qui fournissent des images quotidiennes à haute résolution spatiale, est très prometteuse pour l›intégration des taux d›évapotranspiration d'un couvert résultants dans les outils de planification de l›irrigation basés sur le bilan hydrique du sol.

Mots clés : Gestion de l'irrigation; Utilisation réelle de l'eau des cultures; Télédétection; Évapotranspiration.

PROSPECTS AND FEATURES OF IRRIGATION DEVELOPMENT IN SMALL SCALE RIVER BASINS OF THE FOREST STEPPE OF UKRAINE

PERSPECTIVES ET CARACTÉRISTIQUES DU DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION DANS LES PETITS BASSINS FLUVIAUX DE LA STEPPE FORESTIÈRE UKRAINIENNE

M. Romashchenko[1], A. Shevchenko, S. Shevchuk, I. Shevchenko, O. Kozytskyi, R. Bozhenko

ABSTRACT

Taking into account modern climate changes it's nessecary to think about irrigation dévelopment in the different climatic zones. Authors presented the approach for water situation analysis with in the small scale river basin. Respecting the terrirtory features and current status of the river they proposed to use the combination of ground and surface waters for the purpose of irrigation.

Keywords: Irrigation; Groundwater; Small scale river basin; Rural development.

RESUME

Compte tenu des changements climatiques modernes, il est nécessaire de penser au développement de l'irrigation dans les différentes zones climatiques. Les auteurs ont présenté l'approche pour l'analyse de la situation de l'eau dans le bassin fluvial à petite échelle. Respectant les caractéristiques du territoire et l'état actuel de la rivière, ils ont proposé d'utiliser la combinaison des eaux souterraines et de surface à des fins d'irrigation.

Mots-clés : Irrigation; Eaux souterraines; Bassin versant à petite échelle; Développement rural

.

1 Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS, Kyiv, Ukraine, E-mail: mi.romashchenko@gmail.com

IMPROVED COMMUNICATION APPROACH FOR SALINITY RISK MANAGEMENT IN THE SHEPPARTON IRRIGATION REGION

APPROCHE DE COMMUNICATION AMELIOREE POUR LA GESTION DU RISQUE DE SALINITE DANS LA REGION D'IRRIGATION DE SHEPPARTON

Carl Walters[1], Simon Cowan[2], Mark Potter[2], Terry Hunter[3], Damien Finlayson[4]

ABSTRACT

The Shepparton Irrigation Region (SIR) covers approximately 500,000 ha of northern Victoria, with 280,000 ha of this region having been intensively developed for irrigation, supporting highly productive agricultural (historically dominated by dairy) and horticultural industries. The relatively wet climate and abundant surface water during the second half of the twentieth century provided consistent hydrological loading, leading to rising watertables and increased salinity threats to productive land and water supply quality in the SIR.

Keywords : Shepparton Irrigation Region; Wet climate, Water table, Salinity.

RESUME

La région d'irrigation de Shepparton (SIR) couvre une superficie d'environ 500 000 ha de terre au nord de Victoria, dont 280 000 ha ont été intensivement développés pour l'irrigation, soutenant des industries agricoles (historiquement dominées par les produits laitiers) et horticoles hautement productives. Le climat relativement humide et les eaux de surface abondantes au cours de la seconde moitié du XXe siècle ont fourni une charge hydrologique constante, entraînant une montée des nappes phréatiques et une augmentation des menaces de salinité aux terres productives et à la qualité de l'approvisionnement en eau dans le SIR.

Mots clés : Région d›irrigation de Shepparton ; Climat humide, Nappe phréatique, Salinité.

1 Goulburn Broken Catchment Management Authority, Shepparton, VIC, Australia
2 Goulburn-Murray Water, Tatura, VIC, Australia
3 Feehan Consulting Pty Ltd, Shepparton, VIC, Australia
4 Groundwater Consulting Australia, Tatura, VIC, Australia

DECISION SUPPORT SYSTEMS IN IRRIGATION MANAGEMENT: SUTEM

SYSTÈMES D'AIDE À LA DÉCISION DANS LA GESTION DE L'IRRIGATION : SUTEM

ŞEREN Ahmet[1]

ABSTRACT

Agricultural production and food are strategically important for nutrition, which is the basic requirement of living. Adequate supply of food depends on the sustainability of agricultural activities. Despite the proportional increase in other sectors in water use on a global scale, agriculture is still the largest user. 70% of the world's water resources are used in agriculture, 19% in industry and 11% for domestic purposes. In Turkey, these proportions are 74%, 11% and 15% respectively.

Since our country is located in a semi-arid climate region, most of the years are dry. The average annual precipitation is 574 mm and it is 2 500 mm in the north and 250 mm in the inner and middle sections. Apart from the rainy period, there is not enough water in our streams especially in periods when irrigation water is needed. For this reason, the water stored in the months when there is a lot of precipitation is used in the months when it is needed for irrigation. In the national development plans, efforts were made to prioritize investments in order to expand irrigation areas, to protect water in terms of quality and quantity, and to use it effectively.

Ensuring the efficient use of limited water resources in the agriculture sector requires successful management of a wide range of activities such as water supply, distribution and control of water, maintenance-repair and renewal, monitoring and evaluation of irrigation systems, deciding irrigation costs, resolving disputes among farmers. For this reason, it is essential to evaluate the supply, use and management of water resources with a holistic approach.

The main purpose of the irrigation management is to ensure that the irrigation water demands within the irrigation area are met fairly from the spring to the downstream in the desired time and amount, in accordance with the current water potential, the capacity of the irrigation system and the actual needs.

Although the initial establishment and facility costs of automation and related decision support systems are high, the benefits and value added provided in the medium to long term results in the irrigation facilities being preferred more during the operation and maintenance process. Automation applications, especially in closed irrigation systems, can prevent external intervention and water can be supplied to the network at the real needs.

With the web-based application, the Irrigation Facilities Spatial Information System (SUTEM); it is aimed to monitor, evaluate and report the operation, maintenance and management activities of the facilities operated by the General Directorate of State Hydraulic Works or whose operation, maintenance and management responsibilities are transferred. The requirements are met through a single application, saving time and labor, ease of control and supervision, standardization in reports and transition to the central structure in data security.

Keywords: Irrigation management technology; Decision support systems; Management information systems.

1 Director of Irrigation & Drainage Structures Section, Operation & Maintenance Department, General Directorate of State Hydraulic Works (DSI), Turkey, aseren@dsi.gov.tr

RESUME

La production agricole et l'alimentation sont stratégiquement importantes pour la nutrition, qui est la condition de base de la vie. Un approvisionnement alimentaire adéquat dépend de la durabilité des activités agricoles. Malgré l'augmentation proportionnelle dans d'autres secteurs de l'utilisation de l'eau à l'échelle mondiale, l'agriculture reste le plus grand utilisateur de l'eau. 70% des ressources mondiales en eau sont utilisées par l'agriculture, 19% par l'industrie et 11% pour des fins domestiques. En Turquie, ces proportions sont 74%, 11% et 15% respectivement.

Etant donné que notre pays est situé dans une région ayant un climat semi-aride, la plupart des années sont sèches. La précipitation annuelle moyenne est de 574 mm et elle est de 2 500 mm dans le nord et de 250 mm dans les sections intérieure et centrale.. En dehors de la période des précipitations, il n'y a pas assez d'eau dans nos cours d'eau surtout dans les périodes où l'eau d'irrigation est nécessaire. Pour cette raison, l'eau stockée pendant les mois où il y a beaucoup de précipitations est utilisée pendant les mois où elle est nécessaire pour l'irrigation.

Dans les plans nationaux de développement, des efforts ont été déployés pour accorder la priorité aux investissements afin d'étendre les périmètres irrigués, de protéger l'eau en termes de qualité et de quantité, et de l'utiliser efficacement.

Assurer l'utilisation efficace des ressources en eau limitées dans le secteur agricole nécessite une gestion réussie d'un large éventail d'activités telles que l'approvisionnement en eau, la distribution et le contrôle de l'eau, l'entretien, la réparation et le renouvellement, le suivi et l'évaluation des systèmes d'irrigation, la détermination des coûts d'irrigation, la résolution des conflits entre agriculteurs. Pour cette raison, il est essentiel d'évaluer l'approvisionnement, l'utilisation et la gestion des ressources en eau à l'aide d'une approche holistique.

La gestion de l'irrigation vise à assurer la satisfaction équitable des demandes en eau d'irrigation dans la zone d'irrigation de la source à l'aval dans le temps et la quantité souhaités, conformément au potentiel hydrique actuel, à la capacité du système d'irrigation et aux besoins réels.

Bien que les coûts initiaux de la création et de l'installation de l'automatisation et des systèmes d'aide à la décision connexes soient élevés, les avantages et la valeur ajoutée fournis à moyen et à long terme donnent lieu au fait que les installations d'irrigation sont préférées davantage pendant le processus d'exploitation et de maintenance. Les applications d'automatisation, en particulier dans les systèmes d'irrigation fermés, peuvent empêcher une intervention extérieure et l'eau peut être fournie au réseau selon les besoins réels.

Grâce à l'application web, le Système d'Information Spatiale des Installations d'Irrigation (SUTEM), il a pour objet de suivre, d'évaluer et de rendre compte des activités d'exploitation, d'entretien et de gestion des ouvrages exploités par la Direction Générale des Travaux Hydrauliques de l'Etat ou dont les responsabilités d'exploitation, d'entretien et de gestion sont transférées. Les exigences sont satisfaites par une application unique, ce qui permet de gagner du temps et de la main d'œuvre, de faciliter le contrôle et la supervision, de standardiser les rapports et de passer à la structure centrale en matière de sécurité des données.

Mots clés : Technologie de la gestion de l'irrigation; Systèmes d'aide à la décision; Système de gestion d'informations.

ESTIMATION OF WATER BALANCE IN AN IRRIGATION SYSTEM USING IOT: A CASE STUDY

ESTIMATION DU BILAN HYDRIQUE DANS UN SYSTÈME D'IRRIGATION À L'AIDE DE L'IOT : UNE ÉTUDE DE CAS

Jasim Uddin[1], Allen Benter[2], Ben Sefton[3]

ABST[1]RACT

Water for irrigation in agriculture is being impacted by climate variability and increased demand for other purposes such as domestic, environment and industry uses. Climate projections are indicating hotter summers, more extreme heatwaves and changing rainfall patterns. Farmers are also under increasing social pressure to improve their irrigation water use efficiency. Uncertainty about annual water allocations means being efficient with water is an essential operational decision. Better understanding of irrigation system and whole farm water balance could be a pathway to more efficient water use and management on farm. Sensing technology (internet of things, IoT) is improving and its use in agriculture is gaining popularity. The use of this technology in irrigation is mostly confined to precision irrigation, however there is scope to use IoT in irrigation systems and improve water productivity through monitoring whole farm water balance. This paper presents a case study showing the use of IoT to monitor the water balance of an irrigation system. The water balance in a lateral move irrigation system was estimated using a range of LoRAWAN based sensors at Trangie Agricultural Research Centre located in Central West NSW, Australia during the 2020-21 season. The sensors included flow meter, depth sensor, soil moisture probe and a weather station connected with a LoRaWAN gateway. From the measurements it was estimated the total amount of water delivered to the irrigation system was 1870 ML while the crop water requirement was 1635 ML. The total amount of water losses was estimated as 235 ML.

Keywords: Water balance; lateral move irrigation; Internet of things.

RESUME

L'eau pour l'irrigation agricole subit l'impact de la variabilité climatique et de la demande accrue à d'autres fins telles que les utilisations domestiques, environnementales et industrielles. Les projections climatiques indiquent des étés plus chauds, des vagues de chaleur plus extrêmes et des régimes de précipitations changeants. Les agriculteurs font également face à une pression sociale croissante pour améliorer l'efficacité de leur utilisation de l'eau d'irrigation. L'incertitude relevant des allocations annuelles d'eau signifie qu'une utilisation efficace de l'eau est une décision opérationnelle essentielle. Une meilleure compréhension du système d'irrigation et du bilan hydrique de l'ensemble de l'exploitation pourrait être une voie vers une utilisation et une gestion plus efficaces de l'eau dans l'exploitation. La technologie de détection (internet des choses, IoT) s'améliore et son utilisation dans l'agriculture gagne en popularité. L'utilisation de cette technologie dans l'irrigation est principalement limitée à l'irrigation de précision, mais il est possible d'utiliser l'IoT dans les systèmes d'irrigation et d'améliorer la productivité de l'eau en surveillant l'équilibre hydrique de l'ensemble de l'exploitation. Cet article présente une étude de cas montrant l'utilisation de l'IoT pour surveiller le bilan hydrique d'un système d'irrigation. Le bilan hydrique d'un système d'irrigation à déplacement latéral a été estimé pendant la saison 2020-21 en utilisant une gamme de capteurs basés sur

[1] Soil & Water R&D, NSW Department of Primary Industries, Trangie, NSW, Australia

[2] Soil & Water R&D, NSW Department of Primary Industries, Trangie, NSW, Australia

[3] Soil & Water R&D, NSW Department of Primary Industries, Trangie, NSW, Australia

LoRAWAN au Centre de recherche agricole de Trangie situé au centre-ouest de NSW, en Australie. Les capteurs comprenaient un débitmètre, un capteur de profondeur, une sonde d'humidité du sol et une station météo connectée à une passerelle LoRaWAN. À partir des mesures, il a été estimé que la quantité totale d'eau fournie au système d'irrigation était de 1870 ML tandis que les besoins en eau des cultures étaient de 1635 ML. Les pertes totales de l'eau ont été estimées à 235 ML.

Mots-clés : Bilan hydrique; Irrigation par déplacement latéral; Internet des choses.

WATER, FOOD AND ENERGY SECURITY OF INDIA – CHALLENGES & WAY FORWARD

SECURITE DE L'EAU, DE L'ALIMENTATION ET DE L'ENERGIE EN INDE - DEFIS ET PERSPECTIVES DE L'AVENIR

Nitya Nand Rai[1], Rishi Srivastava[2]

ABSTRACT

Water is an essential component of life. Water, energy and transport are the basic components for social prosperity and economic growth of any country. In a developing economy like India as the economic growth and social prosperity is advancing, the demand for water resources projects is also increasing. India receives an average precipitation of about 1170 mm which approximately corresponds to an annual precipitation of 4000 BCM. As per the assessment done by CWC in the year 2019 based on the data 1985-2015, the average annual water availability in the country is 1999 billion cubic meters (BCM). The remaining water is lost to the atmosphere through evapo-transpiration from barren lands, forests, natural vegetation, rain fed agriculture, natural ponds and lakes etc. It is estimated that owing to topographic, hydrological and other constraints, the utilizable water with conventional approach is 1126 BCM which comprises of 690 BCM of surface water and 436 BCM of replenishable ground water resources. Total water requirement of the country in high demand scenario for different uses for the years 2010, 2025 and 2050 as assessed by National Commission on Integrated Water Resources Development (NCIWRD-1999) constituted by the then Ministry of Water Resources now Ministry of Jal Shakti (MoJS) is 710, 843 and 1180 BCM respectively. Further, due to climate change and consequent rise in temperature, India would face the problems of extremity in rainfall, inter-annual variability of monsoon precipitation resulting in more frequent flood and drought cycles. For the water security, food security, energy security, environmental concerns, feasible strategies have to be evolved for supply as well as demand side managements and the same has been discussed in the present paper.

Key words : Water-Food-Energy Security; Storage; Virtual Water; Flood Mitigation; Demand Management; Environmental flow.

RESUME

L'eau est un élément essentiel de la vie. L'eau, l'énergie et les transports sont les éléments de base de la prospérité sociale et de la croissance économique d'un pays. Dans une économie en développement comme l'Inde, la croissance économique et la prospérité sociale progressent, et la demande de projets relatifs aux ressources en eau augmente également. L'Inde reçoit des précipitations moyennes d'environ 1170 mm, ce qui correspond approximativement à des précipitations annuelles de 4000 BCM. D'après l'évaluation effectuée en 2019 par la Commission central des eaux (Central Water Commission–CWC) sur la base des données des ans 1985-2015, la disponibilité annuelle moyenne en eau dans le pays est de 1999 milliards de mètres cubes (BCM). L'eau restante est perdue dans l'atmosphère à travers l'évapotranspiration des terres arides, des forêts, de la végétation naturelle, de l'agriculture pluviale, des étangs et des lacs naturels, etc. On estime qu'en raison de contraintes topographiques, hydrologiques et autres, l'eau utilisable avec une approche

1 Director, central water commission, MoJS, Govt, of India. Email: nitya20may@yahoo.co.in
2 Director, central water commission, MoJS, Govt, of India Email: rishi1964@yahoo.co.in, rishi1964@yahoo.com

conventionnelle est de 1126 BCM, dont 690 BCM d'eau de surface et 436 BCM de ressources en eau souterraine reconstituables. Les besoins totaux en eau du pays dans un scénario de forte demande pour différentes utilisations pour les années 2010, 2025 et 2050, tels qu'évalués par la Commission nationale sur le développement intégré des ressources en eau (NCIWRD-1999) constituée par le ministère des Ressources en eau de l'époque, aujourd'hui ministère de Jal Shakti (MoJS), sont de 710, 843 et 1180 BCM respectivement. En outre, en raison du changement climatique et de l'augmentation conséquente de la température, l'Inde sera confrontée aux problèmes de l'extrémisme des précipitations, de la variabilité interannuelle des précipitations de la mousson, ce qui entraînera des cycles d'inondation et de sécheresse plus fréquents. Pour la sécurité de l'eau, de l'alimentation, de l'énergie et les préoccupations environnementales, des stratégies réalisables doivent être élaborées pour la gestion de l'offre et de la demande, ce qui a été discuté dans le présent document.

Mots clés : Sécurité eau-alimentation-énergie; Stockage; Eau virtuelle; Atténuation des inondations; Gestion de la demande; Débit environnemental.

TECHNOLOGICAL AND COMMUNICATION ASPECTS OF DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF IRRIGATION MANAGEMENT SYSTEMS IN UKRAINE

ASPECTS TECHNOLOGIQUES ET DE COMMUNICATION DU DÉVELOPPEMENT ET DE LA MISE EN ŒUVRE DES SYSTÈMES DE GESTION DE L'IRRIGATION EN UKRAINE

Prof. Romashchenko Mykhailo[1], Dr. Matiash Tetiana[2], Dr. Bohaienko Vsevolod[3]

ABSTRACT

Ways of irrigated land usage improvement while reducing negative environment impact include continuous enhancement and development of new irrigation management technologies. In the paper we present the technological aspects of a newly developed irrigation management system "Irrigation Online" in which the determination of irrigation rates and schedules is performed on a new developed methodology that uses suction pressure as a regulating criterion of water supply. In the system, moisture transfer is modelled by the fractional Richards equation, additional parameters of which allow adapting to specific conditions and minimizing the impact of input data inaccuracies. Experience of "Irrigation Online" system's implementation showed that the use of new methodological approaches creates problems while bringing them to the end consumers. The main obstacle is the lack of awareness about irrigation processes these obstacles can be improved through trainings organized by local scientists and practitioners, in particular focusing on small-scale farmers working in difficult crop growing conditions. In the paper we present such a training programme developed for Ukraine with the support of The European Bank for Reconstruction and Development together with partners from France and the USA.

Keywords: Irrigation; Irrigation management; Decision support systems; Trainings

RÉSUMÉ

Les façons d'améliorer l'utilisation des terres irriguées en réduisant l'impact négatif sur l'environnement comprennent l'amélioration continue et le développement de nouvelles technologies de gestion de l'irrigation. Dans cet article, nous présentons les aspects technologiques d'un nouveau système de gestion de l'irrigation «Irrigation Online» dans laquelle la détermination des taux et des calendriers d'irrigation est effectuée sur une nouvelle base méthodologique qui utilise la pression aspirante comme critère de régulation de l'approvisionnement en eau. Dans le système, le transfert d'humidité est modélisé par l'équation fractionnaire de Richards, dont des paramètres supplémentaires permettent de s'adapter à des conditions spécifiques et de minimiser l'impact des inexactitudes des données d'entrée. L'expérience de la mise en œuvre du système «Irrigation Online» a montré que l'utilisation de nouvelles approches méthodologiques crée des problèmes en l'amenant aux consommateurs finaux. Le principal obstacle est le manque de sensibilisation aux processus d'irrigation. Ces obstacles peuvent être améliorse grâce à des formations organisées par

1 Advisor of Administration, Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS, Ukraine, mi.romashchenko@gmail.com

2 Head of Department, Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS, Ukraine, t.v.matiash@gmail.com

3 Senior Researcher, VM Glushkov Institute of Cybernetics of NASU, Ukraine, sevab@ukr.net

des scientifiques et des praticiens locaux, en particulier en se concentrant sur les petits agriculteurs travaillant dans les conditions difficiles de production agricole. Dans cet article, nous présentons un tel programme de formation développé pour l'Ukraine avec le soutien de la Banque européenne pour la reconstruction et le développement en collaboration avec des partenaires français et américains.

Mots clés : Irrigation; Gestion de l'irrigation; Systèmes d'aide à la décision; Formations.

ON THE OPTIMIZATION OF THE STRUCTURE OF AGROLANDSCAPES IN SOUTHERN UKRAINE

SUR L'OPTIMISATION DE LA STRUCTURE DES PAYSAGES AGRICOLES AU SUD DE L'UKRAINE

Iu. Danyenko[1], V. Bohaienko[2], Yu. Mykhailov[1], S. Lutnitskyi[1]

ABSTRACT

In southern Ukraine, the area with severe annual water balance deficit, improvement of wetting conditions is possible only considering comprehensive measures including irrigation, application of minimum and zero tillage, and forestry technologies.

As sustainable territories are the key to environmental security and economic development, spatial optimization of agrolandscapes in order to increase their sustainability is critical. The principal component of southern Ukrainian agrolandscapes that significantly influence water availability is shelterbelts. Over the last 30 years, the protection, development, and rational organization of shelterbelts in southern Ukraine was paid catastrophically little attention which led to their destruction. The need to adapt to climate change, which is manifested in Ukraine faster than the global trend, makes it urgent to restore shelterbelts creating sustainable agrolandscapes. Unfortunately, the population of rural areas are not fully aware of the catastrophic effects of deforestation. However, as one of the challenges in southern Ukraine is sandstorms and increased wind erosion, the unbalanced landscapes of these risky farming areas face the threat of accelerated desertification.

Determining the optimal location of shelterbelts to maximize their water-saving and wind-protective effects requires technical decision support tools. Their theoretical basis may consist of the dependencies between biomass and soil moisture for different agrolandscapes' organization built on the base of remote sensing data. The results of previous studies showed the possibility of the VTCI (Vegetation Temperature Condition Index) usage to estimate soil moisture content as well as to assess the influence of agrolandscape components on crops' biomass. Having different dependencies between biomass evaluated by the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) and soil moisture estimated by the VTCI for areas with different agrolandscapes we can determine overwetted and underwetted areas and predict the impact of changed shelterbelts configurations on moisture availability. We used Landsat-8 satellite images acquired in 2015-2019 to obtain the relevant regional-level dependencies. For this purpose each agricultural field in the Kherson region of Ukraine was classified considering the criteria of irrigation presence and surrounding shelterbelts' number. Further we construct exponential dependencies between NDVI and VTCI which describe normal moisture state of a specific type of fields for a fixed biomass. These dependencies describe both the phenomenon of moisture extraction by shelterbelts and their water-holding effect which is more evident on rainfed fields.

Having the appropriate dependencies, we pose and solve the problem of shelterbelts creation planning in order to increase the moisture content on surrounding fields. Formalizing the structure of fields and shelterbelts in the form of a graph, we look for a configuration of shelterbelts that maximize the efficiency function under the restrictions on the total length of shelterbelts. Such combinatorial optimization problem, in the case of a large number of shelterbelts planned to be planted, can be effectively solved using meta-heuristic methods, particularly genetic algorithms.

The proposed approach can be applied within the implementation of the project conducted by FAO which is aimed at stopping soil degradation in the Steppe zone of Ukraine combining drip irrigation practices and shelterbelts restoration.

1 Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS, Kyiv, Ukraine, iuliia.danylenko@gmail.com

2 VM Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, sevab@ukr.net

Keywords: Agrolandscapes; Remote sensing; Optimization

RESUME

Au sud de l'Ukraine, la zone où le bilan hydrique annuel est sévèrement déficitaire, l'amélioration des conditions de mouillage n'est possible qu'en prenant en compte des mesures globales telles que l'irrigation, l'application d'une façon culturelle minimale et zéro, et les technologies forestières.

Les territoires durables étant l'élément clé de la sécurité environnementale et du développement économique, l'optimisation spatiale des agropaysages est essentielle afin d'accroître leur durabilité. Les brise-vent sont la principale composante des agro-paysages du sud de l'Ukraine qui influence de manière significative la disponibilité de l'eau. Au cours des 30 dernières années, la protection, le développement et l'organisation rationnelle des brise-vent au sud de l'Ukraine ont fait l'objet d'un manque d'attention catastrophique qui a conduit à leur destruction. La nécessité de s'adapter au changement climatique, qui se manifeste en Ukraine plus rapidement que la tendance mondiale, rend urgente la restauration de brise-vent créant des paysages agricoles durables. Malheureusement, la population des zones rurales n'est pas pleinement consciente des effets catastrophiques de la déforestation. Cependant, comme l'un des défis au sud de l'Ukraine est les tempêtes de sable et l'augmentation de l'érosion éolienne, les paysages déséquilibrés de ces zones agricoles à risque sont confrontés à la menace d'une désertification accélérée.

La détermination de l'emplacement optimal des brise-vent pour maximiser leurs effets d'économie d'eau et de protection contre le vent nécessite des outils techniques d'aide à la décision. Leur base théorique peut consister des dépendances à l'égard de la biomasse et de l'humidité du sol pour différentes organisations d'agropaysages construites sur la base de données de télédétection. Les résultats d'études précédentes ont montré la possibilité d'utiliser le VTCI (indice de condition de température de la végétation) pour estimer la teneur en humidité du sol ainsi que pour évaluer l'influence des composantes de l'agro-paysage sur la biomasse des cultures. Ayant différentes dépendances à l'égard de la biomasse évaluée par le NDVI (Indice de végétation par différence normalisée) et de l'humidité du sol estimée par le VTCI pour les zones ayant différents agropaysages, nous pouvons déterminer les zones surhumidifiées et sous-humidifiées et prédire l'impact des configurations modifiées des brise-vent sur la disponibilité de l'humidité. Nous avons utilisé des images satellitaires Landsat-8 acquises en 2015-2019 pour obtenir les dépendances pertinentes au niveau régional. À cette fin, chaque champ agricole de la région de Kherson en Ukraine a été classé en tenant compte des critères de présence d'irrigation et du nombre de brise-vent environnants. En outre, nous construisons des dépendances exponentielles à l'égard de NDVI et VTCI qui décrivent l'état d'humidité normal d'un type spécifique de champs pour une biomasse fixe. Ces dépendances décrivent à la fois le phénomène d'extraction d'humidité par les brise-vent et leur effet de rétention d'eau qui est plus évident sur les champs pluviaux.

Disposant des dépendances appropriées, nous posons et résolvons le problème de la planification de la création de brise-vent afin d'augmenter le taux d'humidité sur les champs environnants. En formalisant la structure des champs et des brise-vent sous forme de graphe, nous recherchons une configuration de brise-vent qui maximise la fonction d'efficacité sous les restrictions sur la longueur totale des brise-vent. Un tel problème d'optimisation combinatoire, dans le cas d'un grand nombre de brise-vent à planter, peut être efficacement résolu en utilisant des méthodes méta-heuristiques, en particulier des algorithmes génétiques.

L'approche proposée peut être appliquée dans le cadre de la mise en œuvre du projet mené par la FAO qui vise à arrêter la dégradation des sols dans la zone steppique de l'Ukraine en combinant les pratiques d'irrigation goutte à goutte et la restauration des brise-vent.

Mots clés : Agropaysages; Télédétection; Optimisation.

WATER LOSSES REDUCTION IN IRRIGATION NETWORKS OF KHUZESTAN PROVINCE BY USING GCL UNDERLINING OF IRRIGATION CANALS

RÉDUCTION DES PERTES D'EAU DANS LES RÉSEAUX D'IRRIGATION DE LA PROVINCE DE KHUZESTAN PAR L'UTILISATION DU REVETEMENT GCL DES CANAUX D'IRRIGATION

Pashmforoosh, Maryam[1], Khodabakhshi, Hamidreza[2], Esmaelzade, Farshad[3]

ABSTRACT

In this research waterproofing of irrigation canals in Iran (parts of Dasht-e-Azadegan and Dasht-e-Arayez irrigation canals, located in northwest of Khuzestan province in Iran), with geosynthetics is being considered which due to lack of water resources is the necessity of managing them in this country. The purpose of this research was to reduce water losses through seepage in these canals in order to increase the efficiency of the network and optimal use of water resources.

To fulfil this, impermeable geocomposite material, GCL (geosynthetic clay liner) was chosen according to its unique characteristics and used at 6 experimental parts of these canals with different specifications and then after installations results were evaluated. After more than 3 years being in service, after installations of the proposed material and after continuous monitoring it showed no trace of any seepage which led to seepage reduction and water savings by about 1.4 MCM/year in Dasht-e-Arayez canals and 15.6-25 MCM/year in Dasht-e-Azadegan canals (based on the calculations in the paper) and in totality at least 17 MCM/year for both. This paper studies the reasons for using GCL in these canals and presents the results of using this material in reducing water losses in experimental and in service parts.

Keywords: Irrigation canal, Seepage, Water losses, GCL, Problematic soil

RESUME

Dans cette recherche, l'imperméabilisation des canaux d'irrigation en Iran (parties des canaux d'irrigation Dasht-e-azadegan et Dasht-e-arayez, situés dans le nord-ouest de la province du Khuzestan en Iran) avec des géosynthétiques est envisagée en raison du manque de ressources en eau et de la nécessité de les gérer dans ce pays. L'objectif de ces recherches était de réduire les pertes d'eau par infiltration dans ces canaux afin d'augmenter l'efficacité du réseau et l'utilisation optimale des ressources en eau.

Pour remplir ce matériau géocomposite imperméable, le GCL (revêtement d'argile géosynthétique) a été choisi en fonction de ses caractéristiques uniques et appliqué sur 6 parties expérimentales de ces canaux avec des spécifications différentes, puis après les installations, les résultats ont été évalués. Après plus de 3 ans de service, après l'installation

1 Head of Civil & hydraulics division in irrigation & drainage networks planning & development of Khuzestan Water & Power Authority Co. (KWPA), Email: Maryam_mpf@yahoo.com
2 Deputy of Development and Operation of Dams, Email: Hamid2000@yahoo.com
3 Manager of Karkheh Bureau in irrigation & drainage networks planning & development of KWPA, Email:Feridani0220@gmail.com

du matériel proposé et après une surveillance continue n'a montré aucune trace d'infiltration, ce qui a entraîné une réduction des infiltrations d'environ 1,4 MCM/an dans les canaux de Dasht-e-Arayez et de 15,6 à 25 MCM/an dans les canaux de Dasht-e-Azadegan (sur la base des calculs du document) et totalement au moins 17 MCM/an pour les deux. Cet article étudie les raisons d'utiliser le GCL dans ces canaux et présente les résultats de l'utilisation de ce matériau pour réduire les pertes d'eau dans les parties expérimentales et entièrement en service.

Mots clés : Canal d'irrigation; Infiltration; Pertes d'eau; GCL; Sol problématique.

OPERATION AND MAINTENANCE SYSTEM OF IRRIGATION FOR ONION CROP ON PADDY FIELD

SYSTÈME D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN D'IRRIGATION POUR LA CULTURE D'OIGNONS DANS LA RIZIÈRE

Dr. Ir. MSc. Laurentia Susilawati Cicilia[1], ST, SP, MT Lukas A Melkior[2]

ABSTRACT

Farmers in Java, Indonesia, increasingly tend to grow onions, as the economic value is more attractive than planting rice. This creates problems for irrigation network officials, because farmers need more water and complain for lack of water. This problem led to the study of the operation and maintenance (OM) of irrigation systems for onion crops in rice fields. This study is intended to analyse the irrigation water requirements for onion crops in the rice fields, so that the irrigation system (OM) can be determined, to develop the necessary irrigation infrastructure. As a case study, the onion farming area in Brebes was taken , which is included in the Malahayu Irrigation Scheme, is under the responsibility of the Cimanuk-Cisanggarung River Basin Centre. The first step, a survey was conducted of onion farming in Brebes, to observe the agricultural situation, and secondary data collection, facilitated by Cimanuk-Cisanggarung River Basin Centre, accompanied by irrigation network staff. It was found during field observations that onion crops planted in rice fields, need special treatment, to maintain the moisture of the clay for un-cracks to occurs, which cause damage to the roots of the onion crops. The furrows made for storing irrigation water experience capillary flow, which keeps soil moisture at a distance of about 20-25 cm. Next, an analysis was carried out of water irrigation requirements for onion crops . Then, an analysis of water requirements for special requirement is carried out to maintain clay soil moisture in the paddy fields. The results of the study indicate that the large amount of water needed is a special water requirement to maintain soil moisture so that the roots of the onion plant are not damaged, which results in reduced production or even failure. By considering the potential capillary flow that occurs, the operating system and maintenance of irrigation networks can be determined by keeping the water level in the existing furrows.

Keywords: Irrigation system; Onion crops; Rice field; Potential capillary flow.

RÉSUMÉ

Les agriculteurs de Java, en Indonésie, ont de plus en plus tendance à cultiver des oignons, car la valeur économique est plus attrayante que la plantation de riz. Cela crée des problèmes pour les responsables du réseau d'irrigation, car les agriculteurs ont besoin de plus d'eau et se plaignent du manque d'eau. Cette problématique a conduit à l'étude de l'exploitation et de l'entretien des systèmes d'irrigation des cultures d'oignons dans les rizières. Cette étude vise à analyser les besoins en eau d'irrigation pour les cultures d'oignons dans les rizières, afin de déterminer le système d'irrigation et de développer les infrastructures d'irrigation nécessaires. Comme étude de cas, il a été pris la zone de culture de l'oignon à Brebes, qui est incluse dans le système d'irrigation de Malahayu, qui se trouve sous la responsabilité du Centre du bassin de la rivière Cimanuk-Cisanggarung. Tout d'abord, une enquête a été mené sur la

1 Lecturer, Civil Department University of 17 August 1945 Semarang, Indonesia, susipi@untagsmg.ac.id. Corresponding Authors (First Author)
2 Employees of the Nusa Tenggara II River Basin Centre, Kupang, Indonesia

culture de l'oignon à Brebes pour observer la situation agricole, et la collecte de données secondaires, facilitée par le Centre du bassin versant Cimanuk-Cisanggarung, accompagné du personnel du réseau d'irrigation. Il a été constaté lors d'observations sur le terrain que les cultures d'oignons plantées dans les rizières nécessitent un traitement spécial, pour maintenir l'humidité de l'argile, car des fissures se produisent, ce qui endommage les racines des cultures d'oignons. Les sillons faits pour stocker l'eau d'irrigation subissent un écoulement capillaire, qui maintient l'humidité du sol à une distance d'environ 20-25 cm. Ensuite, il a été procédé à une analyse des besoins en eau des cultures d'oignons. Ensuite, une analyse est effectuée des besoins en eau particuliers pour maintenir l'humidité du sol argileux dans les rizières. Les résultats de l'étude indiquent que la grande quantité d'eau nécessaire est un besoin en eau spécial pour maintenir l'humidité du sol afin que les racines de la plante d'oignon ne soient pas endommagées, ce qui entraîne une production réduite ou même une défaillance. En considérant le débit capillaire potentiel qui se produit, le système d'exploitation et l'entretien des réseaux d'irrigation peuvent être déterminés en maintenant le niveau d'eau dans les sillons existants.

Mots-clés : Système d'irrigation; Cultures d'oignons; Rizière; Débit capillaire potentiel.

AQUIFER AND FLOOD SPREADING SYSTEM IN IRAN, A WAY TO INCREASE NEW WATER RESOURCES, REVITALIZING THE ENVIRONMENT AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES

SYSTÈME D'ÉPANDAGE DES AQUIFÈRES ET DES CRUES EN IRAN, UN MOYEN D'AUGMENTER LES NOUVELLES RESSOURCES EN EAU, DE REVITALISER L'ENVIRONNEMENT ET DE DÉVELOPPER DURABLEMENT L'AGRICULTURE ET LES RESSOURCES NATURELLES

Parviz Garshasbi[1], Abotaleb Ghezelseflo[2],, Mahdi shafaghati [3]

ABSTRACT

Iran's water resources have been depleted due to the continued exploitation of groundwater resources in the arid and semi-arid regions. Increasing abstraction of groundwater resources in recent decades has led to a sharp decline in aquifers. The continuation of this factor has led to the drying up of wells, groundwater depletion, saline waters, abandonment of farmland, and evacuation of villages and finally development of desert areas. On the other hand, the growth and necessity of producing new fruit crops has been exploited in the field of underground water resources.

In the decades since, scientists have always been eager to meet existing needs and draw benefit from new resources to address the growing needs of water. The implementation of water spreading technique can cause optimal and effective use of water resources in order to store and feed the underground water resources and reduce the adverse effects of flooding on the other hand, one of the most important step for cleaning areas of agriculture and rural country has a lot of effect on its uses for itself.

Flood spreading techniques include extracting, spreading surface runoff and concentrating floods in specific areas for multi-purpose purposes including flood farming, timber production and greening, soil remediation, rangeland restoration, forage production and artificial recharge.

Flood spreading is an operation that results in the control and expansion of decentralized water and prevents flooding. This is effective in improving water, soil, vegetation and nutrition of the aquifers and prevents water loss. Flood spreading is one of the methods of flood control and reducing its damages. Using simple drainage structures and all or part of the flood diversion channel, it deviates from its original route and discharges into lowlands, pastures, fields and artificial ponds. In other words, flood control and its propagation by mechanical operations at ground level in a way that can be effective in increasing vegetation cover and feeding aquifers and preventing water wastage from flooding.

The flooding system must be carefully designed and engineered to be resistant to flooding. Two important points must be taken into account when constructing a floodwater system in arid and semi-arid regions, shall include at least 2 to 3 floods per year in order to propagate and provide floodplains with mild slope, suitable soil and vegetation.

1 Ph. D, Deputy of Watershed Management, Rangeland and Desert Affairs, Natural Resources and Watershed Management Organization, jihad- Agriculture Ministry, Tehran, Iran

2 Director General of Flood Control and Aquifer management, Natural Resources and Watershed Management Organization, jihad- Agriculture Ministry, Tehran, Iran

3 Ph. D, Deputy Director General of the Office of Flood Control and Aquifer management, Natural Resources and Watershed Management Organization, jihad- Agriculture Ministry, Tehran, Iran, Email: m_shafaghati70@yahoo.com

In this research, with the full introduction of this method in the country, the importance, goals, existing laws, necessity of its implementation and effectiveness in the field of water and irrigation and agricultural development and sustainable development will be discussed.

Keywords: Flood spreading system, Watershed management, Aquifer, Irrigation and Agriculture, Aquifer Management

RESUME

Les ressources en eau de l'Iran ont été épuisées en raison de l'exploitation continue des ressources en eaux souterraines dans les régions arides et semi-arides. L'augmentation des prélèvements des ressources en eaux souterraines au cours des dernières décennies a entraîné une forte baisse des aquifères. La poursuite de ce facteur a entraîné l'assèchement des puits, l'épuisement des nappes phréatiques, les eaux salines, l'abandon des terres agricoles, l'évacuation des villages et enfin le développement des zones désertiques. D'autre part, la croissance et la nécessité de produire de nouvelles cultures fruitières ont été exploitées dans le domaine des ressources en eau souterraines.

Au cours des décennies qui ont suivi, les scientifiques ont toujours été désireux de répondre aux besoins existants et de tirer parti de nouvelles ressources pour répondre aux besoins croissants en eau. La mise en œuvre de la technique d'épandage de l'eau peut entraîner une utilisation optimale et efficace des ressources en eau afin de stocker et d'alimenter les ressources en eau souterraines et de réduire les effets néfastes des inondations d'autre part, l'une des étapes les plus importantes pour le nettoyage des zones agricoles et rurales a beaucoup d'effet sur ses utilisations pour lui-même.

Les techniques d'épandage des crues comprennent l'extraction, l'épandage du ruissellement de surface et la concentration des crues dans des zones spécifiques à des fins multiples, notamment l'agriculture inondée, la production de bois et le verdissement, l'assainissement des sols, la restauration des prairies, la production de fourrage et la recharge artificielle.

L'épandage des crues est une exploitation qui se traduit par le contrôle et l'expansion de l'eau décentralisée et évite les inondations. Ceci est efficace pour améliorer l'eau, le sol, la végétation et la nutrition des aquifères et empêche la perte d'eau. L'épandage des crues est l'une des méthodes de contrôle des crues et de réduction de leurs dégâts. Utilisant de simples ouvrages de drainage et tout ou partie du canal de dérivation des crues, il s'écarte de son tracé d'origine et se déverse dans les bas-fonds, les pâturages, les champs et les étangs artificiels. En d'autres termes, le contrôle des inondations et sa propagation par des exploitations mécaniques au niveau du sol est fait d'une manière qui peut être efficace pour augmenter la couverture végétale et alimenter les aquifères et prévenir le gaspillage d'eau dû aux inondations.

Le système d'inondation doit être soigneusement conçu et réalisé pour être résistant aux inondations.Deux points importants pris en compte lors de la construction d'un système d'inondation dans les régions arides et semi-arides, doivent inclure au moins 2 à 3 inondations par an afin de se propager et de fournir des plaines d'inondation avec une pente douce, un sol et une végétation appropriés.

Dans cette recherche, avec l'introduction complète de cette méthode dans le pays, il sera discuté l'importance, les objectifs, les lois existantes, la nécessité de sa mise en œuvre et son efficacité dans le domaine de l'eau et de l'irrigation, et du développement agricole et du développement durable.

Mots-clés : Système d'épandage des crues; Gestion des bassins versants; Aquifère; Irrigation et agriculture; Gestion des aquifères.

COUPLING ARCSWAT AND DEFICIT IRRIGATION FOR WATER MANAGEMENT IN IRRIGATION PROJECT UNDER CHANGING CLIMATE

ASSOCIATION DE L'ARCSWAT ET DE L'IRRIGATION DÉFICITAIRE POUR LA GESTION DE L'EAU DANS UN PROJET D'IRRIGATION SOUS UN CLIMAT

R.T. Thokal[1], Mahesh Kothari[2], S.D. Gorantiwar[3], and S.R. Bhakar[3]

ABSTRACT

A GIS-based tool framework was developed by integrating Soil and Water Assessment Tool (SWAT) model, Stewart crop growth model for deficit irrigation and different combinations of operational rules. For this purpose, the basic concept of SWAT i.e. defining the natural stream and their characterization was modified and streams (canal network) were incorporated as per the actual canal layout. The tool framework facilitates the quantification of irrigation water for regional planning using spatially distributed soils, land-use and long-term climate data. This paper presents the developed framework tool using SWAT, GIS and irrigation model with a case study on Sina Medium Irrigation Project of Maharashtra State, India. The tool determines crop yield and profitability of irrigation project for the different combinations of operation rules for irrigation depths, release rate and area to be irrigated with predefined irrigation schedule during different seasons. Allocation in the irrigation command is based on the reservoir storage at the start of October month each year. Once, developed, a decision support system or expert system can be applied to identify the regions of maximum need for irrigation, based on predicted increases in crop yield and profitability.

Keywords : SWAT; Deficit irrigation; Operation rules; Water allocation; Irrigation command; Rotational irrigation system.

RESUME

Un cadre d'outils basé sur le SIG a été développé en intégrant le modèle d'Outil d'évaluation des sols et de l'eau (SWAT), le modèle de croissance agricole de Stewart pour l'irrigation déficitaire et différentes combinaisons de règles de fonctionnement. A cette fin, le concept de base de SWAT, c'est-à-dire la définition du cours d'eau naturel et sa caractérisation, a été modifié et les cours d'eau (réseau de canaux) ont été incorporés conformément au plan réel du canal. Le cadre de l'outil facilite la quantification de l'eau d'irrigation pour la planification régionale en utilisant des données spatialement distribuées sur les sols, l'utilisation des terres et le climat à long terme. Cet article présente l'outil cadre développé utilisant SWAT, SIG et modèle d'irrigation avec une étude de cas sur le Projet d'irrigation Sina Medium de l'État du Maharashtra, en Inde. L'outil détermine le rendement agricole et la rentabilité du projet d'irrigation pour les différentes combinaisons de règles de fonctionnement pour les

1 Chief Scientist, AICRP on Irrigation Water Management, Dr. Balasaheb Sawant Konkan Krishi Vidyapeeth, Dapoli, Dist.Ratnagiri, Maharashtra State, INDIA thokal9@gmail.com
2 Department of Soil & Water Engg., College of Technology & Engineering, Maharana Pratap University of Agri. & Tech., Udaipur, Rajasthan State, INDIA
3 Head, Dept. of Irrigation and Drainage Engg., Mahatma Phule Krishi Vidyapeeth, Rahuri, Dist. Ahmednagar, Maharashtra State, INDIA sdgorantiwar@rediffmail.com

profondeurs d'irrigation, le taux de libération et la zone à irriguer avec une programmation d'irrigation prédéfinie pendant différentes saisons. L'allocation dans la commande d'irrigation est basée sur le stockage du réservoir au début du mois d'octobre de chaque année. Une fois développé, un système d'aide à la décision ou un système expert peut être appliqué pour identifier les régions ayant un besoin maximal d'irrigation, sur la base des augmentations prévues du rendement et de la rentabilité des cultures.

Mots-Cles : Swat; Irrigation déficitaire; Règles de fonctionnement; Allocation d'eau; Commande d'irrigation; Système d'irrigation par rotation.

BEHAVIOR OF GROUNDWATER UNDER CHANGING CLIMATE IN AN IRRIGATED AGRICULTURAL AREA OF INDUS BASIN PAKISTAN

COMPORTEMENT DES EAUX SOUTERRAINES DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS UNE ZONE AGRICOLE IRRIGUÉE DU BASSIN DE L'INDUS AU PAKISTAN

Ghulam Zakir-Hassan[1],[2,3*], Faiz Raza Hassan[1], J F Punthakey[3], Ghulam Shabir[1], Muhammad Ali Hassan Khan[4]

ABSTRACT

Agriculture plays a vital role in the economy and livelihood in Pakistan by supporting 45% labour force, contribution of about 22% to GDP, earning of more than 60% of foreign exchange, livelihood for 62% rural population. Agriculture in Pakistan is, perhaps more than anywhere else in the world, dependent on irrigation by both surface water (canals and rainfall) and groundwater. Rapidly increasing population has resulted in more food and fiber requirements which have increased cropping intensity from 67% to more than 150% in Punjab province which is food basket for the country. The gap between demand and supply for irrigation water is increasing with the passage of time. Under the changing scenario groundwater has emerged as one of the major sources of irrigation-water by contributing about 40-50% crop-water requirements through more than 1.2 million farmers' tube wells. Pakistan has become 4th largest user with annual extraction of around 65 km3. About 90% of pumped groundwater is consumed by agriculture sector. Lack of holistic regulation, easy access (as, when and where required), un-sustainable extraction has put the aquifer under threat-both on quantity and quality of water. A study has been carried out in the southern part of Punjab province of Pakistan in the near old Mailsi Canal in South Punjab region in Indus Basin in Pakistan by observing groundwater quality and water levels from the year 2006 to 2018. Different parameters for suitability of groundwater for irrigation purpose have been evaluated, spatial and temporal trends in groundwater quality with drivers have been identified and analyzed. Groundwater levels have fallen down ranging to 15 to 25 m below the land surface and are depleting continuously due to shortage of surface water and excessive use of groundwater. An available option for way-forward includes managed aquifer recharge for which the initial suitability has been explored.

Keywords: Groundwater, quality, Indus-Basin, Punjab, MAR, Punjab, Pakistan

RÉSUMÉ

Au Pakistan, l'agriculture joue un rôle important dans l'économie et les moyens de subsistance en soutenant 45% de la main-d'œuvre, une contribution d'environ 22% au PIB, un gain de plus de 60% des devises étrangères, et des moyens de subsistance à 62% de la population rurale.

1 Irrigation Research Institute (IRI), Government of the Punjab, Irrigation Department, Library Road, Lahore 54500, Pakistan.

2 School of Agricultural, Environmental and Veterinary Sciences, Charles Sturt University, Albury 2640, NSW, Australia

3 Institute for Land Water and Society, Charles Sturt University, Albury 2640, NSW, Australia

4. University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

* Correspondence author: zakirjg@gmail.com

Au Pakistan, l'agriculture est, peut-être plus que partout ailleurs dans le monde, dépendante de l'irrigation par les eaux de surface (canaux et précipitations) et les eaux souterraines. L'augmentation rapide de la population a entraîné une augmentation des besoins en aliments et en fibres, ce qui a augmenté l'intensité des cultures de 67% à plus de 150% dans la province du Pendjab, qui est le grenier alimentaire du pays. L'écart entre la demande et l'offre d'eau d'irrigation augmente avec le temps. Dans le scénario, les eaux souterraines sont devenues l'une des principales sources d'eau d'irrigation en contribuant à environ 40 à 50% des besoins en eau agricole grâce à plus de 1,2 million de puits tubulaires d'agriculteurs. Le Pakistan est devenu le 4e utilisateur de l'eau avec un prélèvement annuel d'environ 65 km3. Environ 90% des eaux souterraines pompées sont consommées par le secteur agricole. L'absence de réglementation holistique, l'accès facile (selon les besoins, quand et où cela est nécessaire), le prélèvement non durable ont menacé l'aquifère, à la fois sur la quantité et la qualité de l'eau. Une étude a été réalisée dans la partie sud de la province du Pendjab au Pakistan, sur le canal proche de l'ancien canal Mailsi, dans la région du sud du Pendjab, dans le bassin de l'Indus au Pakistan, en observant la qualité et les niveaux des eaux souterraines de 2006 à 2018. Différents paramètres d'adéquation des eaux souterraines à des fins d'irrigation ont été évaluées. Les tendances spatiales et temporelles de la qualité des eaux souterraines avec des forces majeures ont été identifiées et analysées. Les niveaux des eaux souterraines sont tombés à 15 à 25 m sous la surface du sol et s'épuisent continuellement en raison de la pénurie d'eau de surface et de l'utilisation excessive des eaux souterraines. Une option disponible pour aller de l'avant comprend la recharge gérée des aquifères pour laquelle la pertinence initiale a été explorée.

Mots clés : Qualité des eaux souterraines; bassin de l'Indus; Punjab; MAR; Pakistan.

IMPACT OF MOHANPURA PRESSURIZED IRRIGATION PROJECT, MADHYA PRADESH, INDIA

IMPACT DU PROJET D'IRRIGATION SOUS PRESSION DE MOHANPURA, MADHYA PRADESH, INDE

A.K. Upmanyu[1], Vikas Rajoria[2], Shubhankar Biswas[3] and Ravindra Ulangwar[4]

ABSTRACT

Madhya Pradesh is one of the largest states of India having agriculture as the most dominant economic activity. Till the year 2014, the total Irrigation potential created (IPC) through open canal system in the state was 3.3 million hectares. The observed water use efficiency (WUE) of the projects ranges between 35-50% (Madhok AK, CWC). The Government of Madhya Pradesh embarked on an ambitious programme to improve water use efficiency, by providing pressurized irrigation network (PIN) in all the new projects to the tune of 2.5 million hectares with the objective to increase WUE to 70-80%. The paper attempts to capture the dire need for Mohanpura Irrigation Project located in the semi-arid and economically backward region of Rajgarh district in Madhya Pradesh, India. This piece tries to encapsulate the earnest attempt to ensure water-security for agriculture demands of the region where most of the farmers were forced to migrate to nearby Rajasthan towns of Kota, Tonk and Jaipur as labourers/ workers thereby denying a permanent home to their families and education for their children. The paper demonstrates through observations in Mohanpura-Right Bank sub-project, of size 25,600 ha irrigated area, that it is possible to double the water use efficiency through adoption of PIN from reservoir to farm level (1.2ha) instead of conventional gravity-based projects. It also tries to showcase how state-of-the-art and modern irrigation projects can contribute to higher water use efficiency, sustainable livelihood and economic prosperity of a region.

Keywords: Water use efficiency, pressurized irrigation network, smart communication technology.

RESUME

L'Etat de Madhya Pradesh est l'un des plus grands États de l'Inde ayant l'agriculture comme activité économique la plus dominante. Jusqu'en 2014, le potentiel d'irrigation total (IPC) créé grâce au système de canaux à ciel ouvert dans l'État était de 3,3 millions d'hectares. L'efficacité de l'utilisation de l'eau (WUE) observée des projets varie entre 35 et 50% (Madhok AK, CWC). Le gouvernement de l'Etat de Madhya Pradesh s'est lancé dans un programme ambitieux pour améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau, en fournissant un réseau d'irrigation sous pression (PIN) dans tous les nouveaux projets atteignant la superficie de 2,5 millions d'hectares avec l'ob jectif d'augmenter l'efficacité de l'utilisation de l'eau à 70-80%.

1 A.K. Upmanyu, Project Director & Chief Engineer, Mohanpura Kundalia PMU, Water Resources Department, Madhya Pradesh, India; akupmanyu07@gmail.com

2 Vikas Rajoria, Project Administrator, Mohanpura Kundalia PMU, Water Resource Department, Madhya Pradesh, India; vikas.rajoria@gmail.com

3 Shubhankar Biswas, Project Manager, Mohanpura Kundalia PMU, Water Resources Department, Madhya Pradesh, India; b.shubhankar@gmail.com

4 Ravindra Ulangwar, Saisanket Industries Pvt. Ltd., Mumbai, Maharashtra, India; ravi.ulangwar@saisanket.com

Le document tente de saisir le besoin urgent du projet d'irrigation de Mohanpura situé dans la région semi-aride et économiquement arriérée du district de Rajgarh dans l'état de Madhya Pradesh, en Inde. Cette pièce tente d'incarner la tentative sérieuse d'assurer la sécurité de l'eau aux demandes agricoles de la région où la plupart des agriculteurs ont été forcés de migrer vers les villes voisines de Kota, de Tonk et de Jaipur de l'Etat du Rajasthan en tant qu'ouvriers/travailleurs, refusant ainsi un foyer permanent à leurs familles et l'éducation de leurs enfants. Le document démontre à travers des observations faites dans le sous-projet Mohanpura-Right Bank, ayant une superficie irriguée de 25 600 ha, qu'il est possible de doubler l'efficacité de l'utilisation de l'eau grâce à l'adoption d'irrigation sous pression (PIN) du niveau du réservoir à la ferme (1,2 ha) au lieu des projets de la gravité conventionnelle. Il essaie également de montrer comment les projets d'irrigation à la pointe de la technologie et modernes peuvent contribuer à une utilisation plus efficace de l'eau, à des moyens de subsistance durables et à la prospérité économique d'une région.

Mots-clés : Efficacité de l'utilisation de l'eau; Réseau d'irrigation sous pression; Technologie de communication intelligente.

INTEGRATED WATER MANAGEMENT AND ROLE OF DIGITAL AGRICULTURE

GESTION INTEGREE DE L'EAU ET ROLE DE L'AGRICULTURE NUMERIQUE

Er. Rohit Lall[1]

ABSTRACT

Agriculture being the mainstay of Indian economy have engaged a sizeable workforce directly or indirectly to have sustainability in providing food, fuel and fiber. Agriculture not only provides energy but also consumes it substantially and one major energy drawl is in withdrawing underground water for agricultural operations. Over decades, several measures have been taken to regulate this very important resource in order to conserve it, however still a huge volume of it goes unaccounted due to lack of unorganized distribution at various user-levels. The federal government and policy makers although took some very focused approaches such as launch of Pradhan Mantri Krishi Sinchayee Yojana (PMKSY)- Per Drop More Crop and also by restricting conventional irrigation practices under water guzzling crops such as sugarcane and other policy reforms such as National Water Policy 2012. Despite of these initiatives and Agriculture being a State subject not much needed achievements as coined in water sector, which also opens up the avenues for integrated water management having participation from all stakeholders have been realized.

With advent of new technologies such as artificial intelligence (AI) and remote sensing techniques, have assured the water users in agriculture to monitor and optimize its use in cultivation as well as augmenting the available capacities to its judicious utilization. This not only saves the water for future but also engages the young entrepreneurs and talent for water sector having lucrative professional careers. Effective water security management therefore requires planners to take into account the 'triple bottom line' and evaluate policies in terms of their economic, environmental, and social impacts. There is a need of stakeholders involvement at all stages of decision making treating water as a natural resource in the country. More private players and water sector leaders need to develop pilots/clusters having best use of available technologies to reassure maximum water use efficiency. With change in dietary habits and demand to produce, more per unit of land and accelerated uberisation have poised with an inevitable demand of deploying machine learning and artificial intelligence to develop a sound integrated water management approach to address the water demand from all stakeholders especially agriculture.

According to the SDG 6.5, which advocates integrated water management at all, levels for more effective and equitable policy decisions as well as effective water governance is on the global map to make planet water sufficient instead of water deficit. Thus integrated water management by active engagement of all stakeholders will carve the future of the country as well as to have sustainability to meet the demand from all.

Keywords : Agri. Engineer, Soil & Water Conservation, Technical consultant, Plasticulture, BIS.

1 National Committee on Precision Agriculture & Horticulture (NCPAH), Ministry of Agriculture & Farmers Welfare, Govt. of India

RÉSUMÉ

L'agriculture étant le pilier de l'économie indienne, une main-d'œuvre importante a été engagée directement ou indirectement pour assurer la durabilité de la fourniture de nourriture, de carburant et de fibres. Non seulement l'agriculture fournit de l'énergie, mais elle en consomme également une grande partie, et l'une des principales sources d'énergie consiste à prélever de l'eau souterraine pour les exploitations agricoles. Au fil des décennies, plusieurs mesures ont été prises pour réglementer cette ressource très importante afin de la conserver, mais un volume énorme de celle-ci n'est toujours pas comptabilisé en raison du manque de distribution organisée à différents niveaux d'utilisateurs. Le gouvernement fédéral et les décideurs politiques ont bien adopté des approches très ciblées telles que le lancement de Pradhan Mantri Krishi Sinchayee Yojana (PMKSY) - Per Drop More Crop et également en limitant les pratiques d'irrigation conventionnelles dans le cadre des cultures consommant plus d'eau telles que la canne à sucre et d'autres réformes politiques telles que National Politique de l'eau 2012. Bien que ces initiatives et l'agriculture soient un sujet d'État, les réalisations peu nécessaires telles qu'inventées dans le secteur de l'eau, qui ouvrent également la voie à une gestion intégrée de l'eau avec la participation de toutes les parties prenantes, ont été réalisées.

L'avènement de nouvelles technologies telles que l'intelligence artificielle (IA) et les techniques de télédétection ont permis aux utilisateurs de l'eau agricole de surveiller et d'optimiser son utilisation dans les cultures et d'augmenter les capacités disponibles pour une utilisation judicieuse. Cela économise non seulement l'eau pour l'avenir, mais engage également les jeunes entrepreneurs et les talents du secteur de l'eau ayant des carrières professionnelles lucratives. Une gestion efficace de la sécurité de l'eau exige donc que les planificateurs prennent en compte le «triple résultat» et évaluent les politiques en termes d'impacts économiques, environnementaux et sociaux. Il est nécessaire que les parties prenantes s'impliquent à toutes les étapes de la prise de décision traitant l'eau comme une ressource naturelle du pays. Davantage d'acteurs privés et de leaders du secteur de l'eau doivent développer des pilotes/groups utilisant au mieux les technologies disponibles pour assurer une efficacité maximale de l'utilisation de l'eau. Avec le changement des habitudes alimentaires et la demande de produire plus par unité de terre et l'ubérisation accélérée, il est inévitable de déployer l'apprentissage automatique et l'intelligence artificielle pour développer une approche de gestion intégrée de l'eau afin de répondre à la demande en eau de toutes les parties prenantes, en particulier l'agriculture.

Selon l'ODD 6.5, qui préconise une gestion intégrée de l'eau à tous les niveaux pour des décisions politiques plus efficaces et plus équitables, ainsi qu'une gouvernance efficace de l'eau sur la carte mondiale, il s'agit de rendre la planète suffisante en eau au lieu du déficit en eau. Ainsi, la gestion intégrée de l'eau par l'engagement actif de toutes les parties prenantes permettra de façonner l'avenir du pays et d'assurer la durabilité pour répondre à la demande de tous.

Mots-clés : Ingénieur agricole; Conservation des sols et des eaux; Conseiller technique; Plasticulture; BIS.

APPLYING IOT TECHNOLOGY TO DESIGN AND BUILD FARM POND WATER ALLOCATION MANAGEMENT SYSTEM IN TAIWAN

APPLICATION DE LA TECHNOLOGIE IOT À LA CONCEPTION ET À LA CREATION D'UN SYSTÈME DE GESTION DE L'ALLOCATION DE L'EAU DES ÉTANGS AGRICOLES À TAIWAN

Chien-Kuo Chen[1], Jih-Shun Liu[2] , Hsing-Hao Hsu[3], Hung-Chih Lee[4], Hsiu- Chuan Wang[5] , Pai-Hung Wang[6], Fang-Lan Ko[7]

ABSTRACT

Taiwan, like other countries in the world, suffers from natural disasters such as typhoons, heavy rains, droughts and earthquakes every year. With the influence of climate change, the phenomenon of extreme climate is becoming more and more visible. In order to mitigate the impact of extreme weather and to promote farm land irrigation, drainage, one of the 17 Irrigation Management Offices (IMOs) in Taiwan, Tao-Yuan Management Office (TYMO), Irrigation Agency, Council of Agriculture, developed hydrological automatic monitoring system since 2005, and then applied the IoT (Internet of Things) technology to construct field monitoring system for irrigation farm pond water management in 2019. The 284 existing farm ponds of TYIA distributed along terrain slope stored water delivered by the two main canal systems, Tao-Yuan Main Canal (TYMC) and Guang-Fu Main Canal (GFMC), providing adjustments and irrigation function to irrigation area. The modern IoT technology applied in the study a data connection and transfer tool to construct the dynamic management system that enhances the utilization efficiency of the ponds management and effectively allocates pond water resources. Through the integration and development of the IoT, on-site monitoring devices and transmission components can be miniaturized, wireless, and modular and equipped with weather resistant ability.

In order to improve the effective use of farm pond water resources, grasp instant water quantity and quickly make water resources countermeasures, this study used the developed IoT technology and network communication to handle water management and the construction of this system, which established the relevant functions such as Pond water level sensing system, suggesting model construction for water storage allocation to the ponds, monitoring of abnormality of water level in ponds. The system effectively achieves the goal of modernization of irrigation water allocation and smart management of farm ponds which can be used as a reference for future use to meet water management challenges.

Besides IoT technology, the study is based on artificial intelligence theory to calculate rainfall, runoff and using python to build a water level prediction model of TYMC. When rainfall or thundershower occurs, this model can start automatically to simulate and output by predicteing the main canal water level for the next 1 to 3 hours every 10 minutes that can provide effective information for irrigation decision makers and pond operators to allocate water storage to meet the demand from farm ponds and save water resources for irrigation. The predicted water level of TYMC was calculated with water level and flow equation (H-Q rating curve) of sub canal No.10, No. 12 and transformed as flow volume then link to reference ponds with low water level assisting pond operators to allow intake of water to such suggested ponds.

1. Head of Finance Division, Tao-Yuan Management Office, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Taiwan.
2. Associate researcher and deputy head of Information Division, Agricultural Engineering Research Center(AERC),Taiwan.
3. Section chief of irrigation in Management Division, Tao-Yuan Management Office, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Taiwan.
4. Head of Work Station, Management Division, Tao-Yuan Management Office, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Taiwan.
5. Irrigation manager, Management Division, Tao-Yuan Management Office, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Taiwan.
6. Assistant Researcher, Information Division, Agricultural Engineering Research Center (AERC), Taiwan.
7. Associate Technician, Agricultural Engineering Research Center(AERC),Taiwan.

According to the statistical data from the system, the water of the order of 9,100,908 cubic meter and 17,384,508 cubic meter was predicted and distributed to farm ponds belonging to No. 10 and No. 12 sub canal separately during the period from 1 Jan. 2019 to 30 Oct. 2019, which increased 59% of the total pond storage in the jurisdictions of TYMO.

The results helped to improve farm pond water management irrigation performance and to achieve the goal of improving irrigation water conservation for drought period and to be a referred by other countries.

Keywords: Farm pond; Irrigation water allocation; Internet of Things; Taiwan.

RESUME

Taïwan, comme d'autres pays du monde, subit chaque année des catastrophes naturelles telles que des typhons, de fortes pluies, des sécheresses et des tremblements de terre. Avec l'influence du changement climatique, le phénomène de climat extrême devient de plus en plus visible. Afin d'atténuer l'impact des conditions météorologiques extrêmes et de promouvoir l'irrigation et le drainage des terres agricoles, l'un des 17 bureaux de gestion de l'irrigation (IMO) à Taïwan, le Bureau de gestion Tao-Yuan (TYMO), l'Agence d'irrigation du conseil de l'agriculture, a développé des système de surveillance depuis 2005, puis a appliqué la technologie IoT (Internet des choses) pour établir un système de surveillance sur le terrain pour la gestion de l'eau des étangs agricoles d'irrigation en 2019. Les 284 étangs agricoles existants de TYIA répartis le long de la pente du terrain ont stocké l'eau fournie par les deux principaux systèmes de canaux, Canal principal Tao-Yuan (TYMC) et Canal principal Guang-Fu (GFMC), fournissant des ajustements et une fonction d'irrigation à la zone d'irrigation. La technologie IoT moderne a appliqué dans l'étude un outil de connexion et de transfert de données pour établir le système de gestion dynamique qui améliore l'efficacité d'utilisation de la gestion des étangs et alloue efficacement les ressources en eau des étangs. Grâce à l'intégration et au développement de l'IoT, les dispositifs de surveillance sur site et les composants de transmission peuvent être miniaturisés, sans fil, modulaires et équipés d'une capacité de résistance aux intempéries.

Afin d'améliorer l'utilisation efficace des ressources en eau des étangs agricoles, de saisir la quantité d'eau instantanée et de prendre rapidement des contre-mesures pour les ressources en eau, cette étude a utilisé la technologie IoT développée et la communication réseau pour gérer la gestion de l'eau et la création de ce système, qui a établi les fonctions pertinentes telles que le système de détection du niveau d'eau des étangs, proposant la création d'un modèle pour l'allocation du stockage de l'eau dans les étangs, la surveillance des anomalies du niveau d'eau dans les étangs. Le système réalise efficacement l'objectif de modernisation de l'allocation de l'eau d'irrigation et de gestion intelligente des étangs agricoles qui peut être utilisé comme référence pour une utilisation future pour relever les défis de la gestion de l'eau.

Outre la technologie IoT, l'étude se base sur la théorie de l'intelligence artificielle pour calculer les précipitations, l'écoulement et l'utilisation du modèle python pour créer un modèle de prédiction du niveau d'eau de TYMC. En cas de pluie ou d'orage, ce modèle peut démarrer automatiquement pour simuler et produire en prédisant le niveau d'eau du canal principal pour les 1 à 3 prochaines heures toutes les 10 minutes, ce qui peut fournir des informations efficaces aux décideurs d'irrigation et aux exploitants d'étangs pour allouer le stockage d'eau afin de répondre à la demande des étangs agricoles et d'économiser les ressources en eau pour l'irrigation. Le niveau d'eau prévu de TYMC a été calculé avec l'équation du niveau d'eau et du débit (Courbe d'évaluation H-Q) du sous-canal n° 10, n° 12 et transformé en volume d'écoulement puis lié aux étangs de référence avec un faible niveau d'eau aidant les opérateurs d'étang à permettre la prise d'eau à ces étangs proposés.

Selon les données statistiques obtenus du système, l'eau de l'ordre de 9 100 908 mètres cubes et 17 384 508 mètres cubes a été prédite et distribuée séparément aux étangs agricoles appartenant aux sous-canaux n° 10 et n° 12 à partir du 1er janvier 2019 au 30 octobre 2019, qui a augmenté le stockage total des étangs de 59% dans les juridictions de TYMO.

Les résultats ont contribué à améliorer les performances d'irrigation de la gestion de l'eau des étangs agricoles et à atteindre l'objectif d'améliorer la conservation de l'eau d'irrigation pendant la période de sécheresse et d'être référé par d'autres pays.

Mots-clés : Étang agricole; Allocation de l'eau d'irrigation; Internet des choses; Taïwan.

A CASE STUDY OF WATER ALLOCATION SYSTEM WITH IOT TECHNOLOGY IN TAIWAN FUSHINCHU MAIN CANAL

ÉTUDE DE CAS DU SYSTÈME D›ALLOCATION D›EAU AVEC LA TECHNOLOGIE IOT DANS LE CANAL PRINCIPAL DE FUSHINCHU À TAIWAN

Jih-Shun Liu [1], Ray-Shyan Wu[2], Chih-Chiang Dung [3], Fang-Lan Ko [4], Ji-You Liang [5], Shao-Ran Chang [6], Jioun-Jie Huang[7], and Hong-Man Tsai[8]

ABSTRACT

South Taiwan suffers from high risk of water shortage as other parts of the world. Due to climate change, Taiwan could not escape from drought problem unless trying to utilize water more efficiently. This study focuses on the Fushinchu Main Canal (FMC) irrigation system, located in Kaohsiung City, Taiwan, to develop water saving and smart irrigation system. After taking water from the Agongdian Reservoir, the FMC supplies water to Kongsan and Alian irrigation area where water shortage occurs frequently, sometimes combined with heavy rains or typhoons, it is always necessary for the stuff of management office to operate water gate during heavy rains to prevent flooding in the adjacent area. Since Normal or extreme drought problems continue to exist, Kao-Hsiung Management Office (KHMO), Irrigation Agency, Council of Agriculture, Taiwan, follow the water saving concept lead by the forward-looking cloud monitoring and Internet of Things (IoT) technology, combined with the advanced agricultural irrigation management experience and scientific research and development capabilities. Taiwan can assist in the advance management of water resources in the southern region to cooperate with agricultural production and water-saving methods, and to face the shortage of water resources under climate change.

This study has been completed and the monitoring overview map of the entire area of the developed customized irrigation system and the connection of the real-time information of the upstream reservoir water supply required for the water allocation has been completed, which effectively improves the response efficiency for the overall water allocation of the irrigation area. Through the water level monitoring and data analysis of the return flow in the demonstration area, the system established a safety mechanism module which enables proper control of the drainage gate when the water level reaches the alert value. Through the rainfall monitoring, when the effective rainfall has occurred in downstream, the manager will be notified by a message so as to reduce the water supply and the system will calculate and record the amount of water saved. Since the water source comes from the Agongdian Reservoir, the system has the advantage of storing water in reservoirs.

Besides increasing the irrigation accuracy, the system established by this study also approaches to the goal of saving water in the reservoir. The automatic irrigation control technology and smart

1 Associate researcher and deputy head of Information Division, Agricultural Engineering Research Center (AERC), Taiwan, jsliu@aerc.org.tw.
2 Distinguished Professor, Department of Civil Engineering, National Central University(NCU), Taiwan.
3 Assistant Researcher, Information Division, Agricultural Engineering Research Center(AERC),Taiwan.
4 Associate Technician, Information Division, Agricultural Engineering Research Center(AERC),Taiwan.
5 Chief of Management Division, Kao-Hsiung Management Office, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Taiwan.
6 Section chief of Electromechanical, Management Division, Kao-Hsiung Management Office, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Taiwan.
7 Manager of Irrigation, Management Division, Kao-Hsiung Management Office, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Taiwan.
8 Manager of Irrigation, Management Division, Kao-Hsiung Management Office, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Taiwan.

water allocation system enabled reduction of agricultural irrigation water consumption, increases per unit production capacity, and increased resiliency of water resource adjustment. Water-saving concepts can be further utilized as a reference for water management units to manage water resources under extreme climates.

Keywords: Taiwan, Precision Irrigation; Smart Water Allocation; Internet of Things.

RESUME

Le sud de Taiwan souffre d'un risque élevé de pénurie d'eau comme d'autres parties du monde. En raison du changement climatique, Taiwan ne pourra échapper au problème de la sécheresse qu'en essayant d'utiliser l'eau plus efficacement. Cette étude se concentre sur le système d'irrigation du canal principal de Fushinchu (FMC), situé dans la ville de Kaohsiung, à Taïwan, pour développer un système d'irrigation économe en eau et intelligent. Après avoir prélevé l'eau du réservoir d'Agongdian, le FMC fournit de l'eau à la zone d'irrigation de Kongsan et d'Alian où la pénurie d›eau se produit fréquemment, parfois en combinaison avec de fortes pluies ou des typhons. Il est toujours nécessaire que le personnel du bureau de gestion actionne la vanne d›eau pendant les fortes pluies pour prévenir les inondations dans la zone adjacente. Depuis que les problèmes de sécheresse normale ou extrême continuent d›exister, le Bureau de la gestion de Kao-Hsiung (KHMO), de l'Agence d'irrigation du Conseil de l'agriculture, Taïwan, suit le concept d'économie d'eau mené par la surveillance en cloud tournée vers l'avenir et la technologie de l'Internet des choses (IoT), combinés à l'expérience avancée de gestion de l'irrigation agricole et aux capacités de recherche et de développement scientifiques. Taïwan peut aider à la gestion anticipée des ressources en eau dans la région du sud afin de coopérer avec la production agricole et les méthodes d'économie d'eau, et de faire face à la pénurie de ressources en eau dans le cadre du changement climatique.

Cette étude a été achevée et la carte d'ensemble de surveillance de toute la zone du système d'irrigation personnalisé développé, et la connexion des informations en temps réel de l'approvisionnement en eau du réservoir en amont nécessaire à l'allocation de l'eau a été achevée, ce qui améliore efficacement la réponse l'efficacité de l'allocation globale de l'eau de la zone d'irrigation. Grâce à la surveillance du niveau d'eau et à l'analyse des données du débit récupéré dans la zone de démonstration, le système a établi un module de mécanisme de sécurité qui permet un contrôle approprié de la vanne de drainage lorsque le niveau d'eau atteint la valeur d'alerte. Grâce à la surveillance des précipitations, lorsque les précipitations effectives se sont produites en aval, le gestionnaire sera averti par un message afin de réduire l'approvisionnement en eau et le système calculera et enregistrera la quantité d'eau économisée. Puisque la source d'eau provient du réservoir d'Agongdian, le système a l'avantage de stocker l'eau dans des réservoirs.

En plus d'augmenter la précision de l'irrigation, le système mis en place par cette étude s'approche également de l'objectif d'économie d'eau dans le réservoir. La technologie de contrôle automatique de l'irrigation et le système intelligent d'allocation de l'eau ont permis de réduire la consommation d'eau d'irrigation agricole, d'augmenter la capacité de production par unité et d'accroître la résilience de l'ajustement des ressources en eau. Les concepts d'économie d'eau peuvent également être utilisés comme référence pour les unités de gestion de l›eau afin de gérer les ressources en eau sous des climats extrêmes.

Mots clés : Taïwan; Irrigation de précision; Allocation intelligente de l'eau; Internet des choses.

STUDY ON GROUNDWATER LEVEL ESTIMATION MODEL IN FARM POND IRRIGATION AREA

ÉTUDE SUR LE MODÈLE D›ESTIMATION DU NIVEAU DES EAUX SOUTERRAINES DANS LA ZONE D›IRRIGATION DES ÉTANGS AGRICOLES

Ray-Shyan Wu [1], Jih-Shun Liu[2], Chung-Ling Hsieh [3], and Fang-Lan Ko [4]

ABSTRACT

The geographical features of Taiwan are narrow in the north to the south, and are surrounded by the sea on all sides. Due to the abundant water and currents, Taiwan is warm and humid. The annual rainfall is about 2,510mm. Compared with the world's average annual rainfall of 730mm, Taiwan can be said to be an abundant rainfall area. But due to the narrowness of the land, the steep slopes, extreme rainfall patterns, short river lengths, and turbulence, most of the water resources flow quickly to the ocean when the rain falls on the surface. The amount of water that each person can get is only one-sixth of the world's average water consumption per person. During the period of water shortage, agricultural water often has to transfer part of the water share to industry and for domestic water usage. This study tries to establish an ideal agricultural irrigation water distribution system, to improve water resources to be allocated more flexibly.

The study area is located in the Tao-Yuan area of Taiwan, which belongs to the tableland terrain. It takes the Shimen Reservoir as centre, and the contour lines slowly changes slope from 1/40 to 1/120 towards the northwest in a concentric circle. Compared to other irrigated areas in Taiwan, due to the influence of hydrological conditions, topography, and geological environmental conditions, the ancestor excavated ponds has artificially water storage function in Tao-Yuan tableland. During the heyday, the ponds were densely distributed, and the number of such tanks even reached 10,000. The Farm pond culture created in Tao-Yuan city makes the farm pond irrigation system not only become a special landscape in Tao-Yuan but it is also different from other parts of Taiwan when the farm pond is supplied by Tao-Yuan Main Canal (TYMC) and then irrigate its responsible area. Based on the relationship between water level and storage capacity of farm pond, this study develops and evaluates the irrigation capability of farm pond with beneficial water depth. In addition to exploring the ability of farm pond to provide irrigation water, the study further finds that even under extreme weather conditions, the storage irrigation advantages, falls short to meet the irrigation requirements and water shortage conditions still persists , and under water shortages, conditions groundwater resources have become an important water supply factor.

The study collects the hydrological data from 2008 to 2017, and applies the wavelet theory to analyse the correlation between rainfall and groundwater level change in the study area. The groundwater cycle correction factor is used to make the empirical formula reflect the periodic fluctuation of groundwater level, the coefficient of correlation of the regression results of the rainfall-groundwater empirical formula is improved from 0.55 to 0.79. The relationship between rainfall and groundwater in the study area shows that the groundwater level generally increased in the first half of year and decreased in the second half of year with periodic cycle. The average value of the increase or decrease is about 0.15m per day. The changes in the

1 Distinguished Professor, Department of Civil Engineering, National Central University (NCU), Taiwan.
2 Associate researcher and deputy head of Information Division, Agricultural Engineering Research Center (AERC), Taiwan, jsliu@aerc.org.tw.
3 Master, Department of Civil Engineering, National Central University (NCU), Taiwan.
4 Associate Technician, Information Division, Agricultural Engineering Research Center (AERC), Taiwan.

groundwater level in the area where the farm pond provides irrigation shows a stable trend in the long term period. Therefore, for short-term extreme arid climates, it should be possible to provide reasonable use of water resources for drought relief.

Keywords : Farm pond; System dynamic; Ground water; Taiwan.

RESUME

Les caractéristiques géographiques de Taiwan sont étroites du nord au sud et sont entourées de la mer de tous côtés. En raison de l'abondance de l'eau et des courants, Taïwan est chaud et humide. Les précipitations annuelles sont d'environ 2 510 mm. Par rapport aux précipitations annuelles moyennes mondiales de 730 mm, Taiwan peut être considérée comme une zone de précipitations abondantes. Mais en raison des terres étroites, des pentes abruptes, des précipitations extrêmes, de la courte longueur des rivières et des turbulences, la plupart des ressources en eau s'écoulent rapidement vers l'océan lorsque la pluie tombe sur la surface. La quantité d'eau que chaque personne peut obtenir ne représente qu'un sixième de la consommation d'eau moyenne mondiale par personne. Pendant la période de pénurie d'eau, l'eau agricole doit souvent transférer une partie de l'eau à l'industrie et à l'usage domestique de l'eau. Cette étude essaie d'établir un système idéal de la distribution de l'eau d'irrigation agricole pour améliorer les ressources en eau à être allouées de manière plus flexible.

La zone d'étude est située dans la région de Tao-Yuan à Taïwan, qui appartient au terrain du plateau. Le réservoir de Shimen est au centre et les courbes de niveau changent lentement de pente de 1/40 à 1/120 vers le nord-ouest dans un cercle concentrique. Par rapport à d'autres zones irriguées à Taïwan, en raison de l'influence des conditions hydrologiques, de la topographie et des conditions environnementales géologiques, les étangs creusés par les ancêtres ont des fonctions de stocker d'eau de manière artificielle dans le plateau de Tao-Yuan. À l'époque, les étangs étaient densément répartis et il y avait environ 10 000 de tels réservoirs. La culture de l'étang agricole créée dans la ville de Tao-Yuan fait du système d'irrigation de l'étang agricole non seulement un paysage spécial à Tao-Yuan, mais il est également différent d'autres parties de Taïwan lorsque l'étang agricole est alimenté par le canal principal de Tao-Yuan (TYMC) pour irriguer sa zone responsable. Sur la base de la relation entre le niveau d'eau et la capacité de stockage de l'étang agricole, cette étude développe et évalue la capacité d'irrigation de l'étang agricole avec une profondeur d'eau bénéfique. En plus d'explorer la capacité de l'étang agricole à fournir de l'eau d'irrigation, l'étude constate en outre que même dans des conditions météorologiques extrêmes, les avantages de l'irrigation par stockage ne répondent pas aux besoins d'irrigation et les conditions de pénurie d'eau persistent. En cas des conditions de pénurie d'eau, les ressources en eaux souterraines deviennent un facteur important d'approvisionnement en eau.

L'étude recueille les données hydrologiques des années 2008 à 2017 et applique la théorie des vaguelettes pour analyser la corrélation entre les précipitations et la modification du niveau des eaux souterraines dans la zone d'étude. Le facteur de correction du cycle des eaux souterraines est utilisé pour que la formule empirique reflète la fluctuation périodique du niveau des eaux souterraines. Le coefficient de corrélation des résultats de régression de la formule empirique pluie-eaux souterraines est amélioré de 0,55 à 0,79. La relation entre les précipitations et les eaux souterraines dans la zone d'étude montre que le niveau des eaux souterraines a généralement augmenté dans la première moitié de l'année et diminué dans la seconde moitié de l'année avec un cycle périodique. La valeur moyenne de l'augmentation ou de la diminution est d'environ 0,15 m par jour. La modification du niveau des eaux souterraines dans la zone où l'étang agricole fournit l'irrigation montre une tendance stable à long terme. Par conséquent, pour les climats arides extrêmes à court terme, il devrait être possible d'assurer une utilisation raisonnable des ressources en eau pour lutter contre la sécheresse.

Mots-clés : Étang agricole; Dynamique du système; Eau souterraine; Taïwan.

DIFFERENT LEVELS OF NITROGEN FERTILIZER ON QUANTITATIVE AND QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF QUINOA GRAIN YIELD

DIFFERENTS NIVEAUX D'ENGRAIS AZOTE SUR CARACTERISTIQUES QUANTITATIVES ET QUALITATIVES DU RENDEMENT EN GRAINS DE QUINOA

Mahsa Mansouri* [1], Mehrnoosh Golabi[2]

ABSTRACT

Since the agriculture is the main water consumer, using techniques in order to increasing water use efficiency is necessary. Quinoa is known worldwide for its exceptional properties and ability to grow crops in harsh weather conditions and increase food stability. The aim of this study was to investigate the different levels of nitrogen fertilizer on the quantitative and qualitative characteristics of experimental quinoa grain yield as a factorial split plot in a randomized complete block design with 3 replications in the cropping years of 2018-2019 and 1399-999 in the Agricultural Research and Training Center. Khuzestan natural resources were implemented. The treatments studied in this study included biological yield, grain yield, 1000-grain weight, nitrogen consumption efficiency, greenness index and the amount of nitrogen and grain protein and seed oil. The results showed that biological yield, grain yield, 1000-grain weight, nitrogen use efficiency, greenness index and grain nitrogen and protein content were affected by year by year, use of fertilizer amount, division and cultivar. The interactions of the studied factors were also significant in many traits (except the percentage of seed oil). Highest biological yield (14845 k /ha) and grain yield (7673 k /ha) from 200 kg/ha and division in 25% base stage + 50% at 6-leaf stage + 25% at mid-flowering stage in Q26 cultivar in 1397. In general, the results of this study showed that climatic conditions and installments have played an effective role in increasing the efficiency of nitrogen consumption. Therefore, with proper management, an important step can be taken to increase production and reduce the risk associated with the production. Generally, the results of this study indicated that using adequate nitrogen fertilizer can mitigate the detrimental effects of salinity on plant growth and yield.

Keywords : Nitrogen; Quinoa; Yield; Protein.

RESUME

L'agriculture étant le principal consommateur de l'eau, il est nécessaire d'utiliser les techniques visant à accroître l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Le quinoa est connu dans le monde pour ses propriétés exceptionnelles et sa capacité à faire pousser des cultures dans des conditions météorologiques difficiles et à augmenter la stabilité alimentaire. Cette étude visait à étudier les différents niveaux d'engrais azoté sur les caractéristiques quantitatives et qualitatives du rendement expérimental en grains de quinoa sous forme d'un plan factoriel en blocs dans un plan en blocs aléatoire complet, avec 3 reproductions dans les années de culture 2018-2019 et 1399- 999 au Centre de Recherche et de Formation Agricole. Les ressources naturelles du Khuzestan ont été mises en œuvre. Les traitements étudiés dans cette étude comprenaient le rendement biologique, le rendement en grains, le poids de 1000 grains, l'efficacité de la consommation d'azote, l'indice de verdeur et la teneur en azote et en protéines des grains

1 Mahsa Mansouri mansoorimahsa5@gmail.com

et d'huile de graines. Les résultats ont montré que le rendement biologique, le rendement en grains, le poids de 1000 grains, l'efficacité de l'utilisation de l'azote, l'indice de verdure et la teneur en azote et en protéines des grains étaient affectés d'année en année, l'utilisation de la quantité d'engrais, la division et le cultivar. Les interactions des facteurs étudiés étaient également significatives dans de nombreux traits (sauf le pourcentage d'huile de graines). On a constaté le rendement biologique le plus élevé (14845 kg/ha) et le rendement en grain (7673 kg/ha) à partir de 200 kg/ha et la division en 25% stade de base + 50% au stade de 6 feuilles + 25% au stade de mi-floraison chez le cultivar Q26 en 1397. En générale, les résultats de cette étude ont montré que les conditions climatiques et les aménagements ont joué un rôle efficace dans l'augmentation de l'efficacité de la consommation d'azote. Par conséquent, avec une bonne gestion, une étape importante peut être franchie pour augmenter la production et réduire les risques associés à la production. En général, les résultats de cette étude ont indiqué que l'utilisation d'engrais azotés adéquats peut atténuer les effets néfastes de la salinité sur la croissance et le rendement des plantes.

Mots-clés : Azote; Quinoa; Rendement; Protéine.

DECREASE IN YIELDS OF CEREALS AND OIL SEED UNDER RAINFED OF THE PAMPAS HUMID, ARGENTINA

BAISSE DES RENDEMENTS DES CÉRÉALES ET OLÉAGINEUX SOUS L´IRRIGATION D´APPOINT DES PAMPAS HUMIDE, ARGENTINE

Catalina Romay[1]

ABSTRACT

It is known that irrigation practice is a strategic tool to increase food production and contribute towards food security. The Argentine Republic located in the southern of the American continent, has a huge agricultural productive potential and there is a concrete and constant demand for agricultural products that our country is able to provide to the different markets. The area is estimated at around 174 million hectares, of which 36 million hectares were cultivated. Today Argentina has approximately 1.4 million hectares under irrigation, (4% of the cultivated area), and generates 13% of the value of the country's agricultural production. The promotion of the irrigation for agriculture under the National Irrigation Plan seeks to reach 6.2 million hectares of which 76% would correspond to supplemental irrigation. In Argentina, extensive agricultural production is one of the main economic activities and the main land use. The production of grain crops (soy, corn, wheat and sunflower) establishes the main agricultural activity representing about 70% of the total agricultural land. The Pampa Region concentrates most of the grain production of our country, representing 87% of the areas grown with cereals and oil seeds. Since Pampas agriculture is mostly carried out under rain fed, production is strongly associated with the rains that occurred before and during the crop cycle. Supplemental irrigation is one of the technologies able of causing the greatest productive impact, while at the same time increasing yield, reducing inter annual variability while enabling proper planning of crops and rotations. The objective of this paper is to present the results of the effect of the water deficit on the wheat, corn, soybean and sunflower crops under rain fed production, on a farmer in the northern core zone of the province of Buenos Aires. From the survey of climatic data (series of years from 1961 to 2021), cultivation and agricultural practices, in addition the determination of soil and infiltration parameters, and information of local researches, all the data were incorporated into the CROPWAT 8.0 program developed by Joss Swennenhuis for the FAO Water Development and Management Unit, being easily comprehension for the farmer and also freely accessible. The results show that for the northern core zone there is a water deficit for soybean, sunflower and corn, of the order of 298,5; 338,5 and 355,4 mm respectively. Wheat does not present a deficit throughout the crop. The crops during their growth and development vary their water requirements and establishes a direct relationship with the regional water balance and are related to yield. Rain fed soybean crop decreased its yield by 17%, sunflower crop by 13,7% and corn its decrease was 27,4%. The Pampean Region is characterized by high interannual climatic variability, especially in rainfall, which is why during much of the year the water deficit will force the natural water supply to be supplemented with irrigation for the development of certain crops, ensuring yields expected.

Keywords : Cereals; Oilseeds; Rainfed; Irrigation; Argentina.

1 Agr.Ing. MSc Irrig. and Drainage, Magister Irrigation Engineering, Irrigation and Drainage Physic School of Agriculture, University of Buenos Aires, Av. San Martín 4453 (1417DSE), Buenos Aires, Argentina. Tel (56 9 11) 1541725130, e-mail: romay@agro.uba.ar

RÉSUMÉ

On sait que la pratique de l'irrigation est un outil stratégique pour augmenter la production alimentaire et contribuer à la sécurité alimentaire. La République Argentine, située au sud du continent américain, possède un énorme potentiel productif et il existe une demande concrète et constante de produits agricoles que notre pays est en mesure de fournir aux différents marchés. La superficie est estimée à environ 174 millions d'hectares, dont 36 millions d'hectares cultivés. Aujourd'hui, l'Argentine compte environ 1,4 million d'hectares irrigués (4% de la superficie cultivée) et génère 13% de la valeur de la production agricole du pays. La promotion de l'agriculture sous irrigation à travers le Plan National d'Irrigation vise à atteindre 6,2 millions d'hectares dont 76% correspondraient à l'irrigation d'appoint. En Argentine, la production agricole extensive est l'une des principales activités économiques et la principale utilisation des terres. La production de céréales (soja, maïs, blé et tournesol) constitue la principale activité agricole représentant environ 70% du total des terres agricoles. La Région de la Pampa concentre l'essentiel de la production céréalière de notre pays, représentant 87% des superficies propres en céréales et oléagineux. Étant donné que l'agriculture de la Pampa est principalement pratiquée sous régime pluvial, la production est fortement associée aux pluies qui se sont produites avant et pendant le cycle de culture. L'irrigation d'appoint est l'une des technologies capables d'avoir le plus grand impact productif, tout en augmentant le rendement, en réduisant la variabilité inter anuelle tout en permettant une bonne planification des cultures et des rotations. L'objectif de cet article est de présenter les résultats de l'effet du déficit hydrique sur les cultures de blé, maïs, soja et tournesol en culture pluviale, d'un agriculteur de la zone centrale nord de la province de Buenos Aires. A partir de l'étude des données climatiques (séries d'années de 1961 à 2021), de la culture et des pratiques culturales, ajoutées à la détermination des paramètres de sol et d'infiltration, et aux informations des recherches locales, les données ont été intégrées au programme CROPWAT 8.0 développé par Joss Swennenhuis pour l'Unité d'Aménagement et de Gestion des Eaux de la FAO, facilement compréhensible pour l'agriculteur et librement accessible. Les résultats montrent que pour la zone noyau nord il y a un déficit hydrique pour le soja, le tournesol et le maïs, de 298,5 ; 338,5 et 355,4 mm respectivement. Le blé ne présente pas de déficit tout au long de la récolte. Les cultures au cours de leur croissance et de leur développement varient leurs besoins en eau et établissent une relation directe avec le bilan hydrique régional et sont liées au rendement. La récolte de soja sous régime pluvial a diminué son rendement de 17%, la récolte de tournesol de 13,7% et le maïs sa baisse était de 27,4%. La région pampéenne se caractérise par une forte variabilité climatique interannuelle, en particulier dans les précipitations, c'est pourquoi pendant une grande partie de l'année, le déficit hydrique obligera l'approvisionnement naturel en eau à être complété par l'irrigation pour le développement de certaines cultures, assurant les rendements attendus.

Mots-clés : Céréales; graines oléagineuses; pluvial; Irrigation; Argentine.

DEVELOPMENT OF DECISION SUPPORT SYSTEM FOR IRRIGATION OPERATION IN INDONESIA

DÉVELOPPEMENT D'UN SYSTÈME D'AIDE À LA DÉCISION POUR L'EXPLOITATION D'IRRIGATION EN INDONÉSIE

Dr. Murtiningrum, Murtiningrum[1], Prof. Arif, Sigit S.[2], and Dr. Nugroho, Andri P.[3]

ABSTRACT

Irrigation management consists of operation and maintenance to achieve benefit of water in agriculture. Recently, the irrigation operation in Indonesia has been challenged with the rapid change of policies, climate change, as well as the increase number of water users. Furthermore, this condition resulted in the complexity of the implementation of irrigation management procedure. The objective of this paper was to develop a decision support system (DSS) of operation for irrigation system, called SIPASI which stand for Sistem Informasi Irigasi The DSS was developed on the web basis with php programming. The DSS consisted of five subsystems. Firstly, database management subsystem was used to managed data and its access. Secondly, model-based subsystem contained model for irrigation operation. Thirdly, scenario-based subsystem which contained if-then scenarios to provide alternatives. Fourthly, the telemetry interface as the interface between sensors and database management subsystem. Lastly, the user interface as a media for interaction between users and DSS. Trial of SIPASI was conducted in three irrigation system, namely Bedegolan, Mrican, and Way Sekampung Irrigation Systems. The SIPASI has worked properly, however to fully implement SIPASI, it requires support in institution, regulation, and human resources.

Keywords: Decision Support System, irrigation management; operation.

RESUME

La gestion de l'irrigation comporte l'exploitation et l'entretien pour tirer profit de l'eau dans l'agriculture. Récemment, l'exploitation d'irrigation en Indonésie a été mise au défi par le changement rapide des politiques, du changement climatique, ainsi que l'augmentation du nombre d'utilisateurs d'eau. De plus, cette condition a entraîné la complexité de la mise en œuvre de la procédure de gestion de l'irrigation. Cet article visait à développer un système d'aide à la décision (DSS) d'exploitation du système d'irrigation, appelé SIPASI qui signifie Sistem Informasi Irigasi. Le DSS a été développé sur le Web avec une programmation php. Le DSS s'est composé de cinq sous-systèmes. Premièrement, le sous-système de gestion de base de données a été utilisé pour gérer les données et leur accès. Deuxièmement, le sous-système basé sur un modèle contenait un modèle pour l'exploitation d'irrigation. Troisièmement, un sous-système basé sur des scénarios contenait des scénarios 'si-alors' pour fournir des alternatives. Quatrièmement, l'interface de télémétrie a réagi comme l'interface entre les capteurs et le sous-système de gestion de base de données. Enfin,

1 Department of Agricultural and Bio system Engineering, Universitas Gadjah Mada, Indonesia, tiningm@ugm.ac.id
2 Department of Agricultural and Bio system Engineering, Universitas Gadjah Mada, Indonesia, sigitsupadmoarif@ugm.ac.id
3 Department of Agricultural and Bio system Engineering, Universitas Gadjah Mada, Indonesia, tiningm@ugm.ac.id

l'interface utilisateur a réagi comme le média pour l'interaction entre les utilisateurs et le DSS. L'essai de SIPASI a été mené dans trois systèmes d'irrigation, à savoir les systèmes d'irrigation de Bedegolan, de Mrican et de Way Sekampung. Le SIPASI a bien fonctionné, cependant, pour mettre pleinement en œuvre le SIPASI, il faut un soutien au niveau des institutions, de la réglementation et des ressources humaines.

Mots clés : Système d'aide à la décision; Gestion de l'irrigation; Exploitation.

REVIEW OF CURRENT WATER ALLOCATION PRACTICES IN SRI LANKA

EXAMEN DES PRATIQUES ACTUELLES D'ALLOCATION DE L'EAU AU SRI LANKA

Author (Eng (Mrs), Meegastenna, Janak)[1] and (Eng (Mrs), Kamaladasa, Badra)[2]

ABSTRACT

Current water allocation practices in Sri Lanka are governed by the historical patterns of water infrastructure development, usage, and customs. The monsoonal rainfall pattern in the country has created distinct climatological zones, dry and wet, where water availability is also highly varied. In a dry zone, water storage is inevitable for usage throughout the year, while water managers can rely on perennial water sources in the wet zone. Both inter-sector and intra-sector allocations are mostly based on traditional practices and hence unproductive as the methodologies have not been updated/ changed as per changing conditions. The Irrigation Ordinance enacted in 1946 created a district level forum namely District Agricultural Committee (DAC) to take decisions on seasonal planning and intersectoral water distribution, which is still being in operation. DAC is represented mainly by the agricultural sector, and it has not been upgraded yet to function as an intra-sectoral decision-making body. The new user groups emerging due to urban and industrial sector development are considered to be a threat by the traditional users and hence many regional development opportunities would have been lost. Inland fisheries sector even though was a newcomer was able to establish their segment in 1990's with a new Act.

When the Mahaweli Basin Development project was completed in 1980's a new institutional structure (Mahaweli water Panel) was introduced for making decisions on water allocation within that system. Modern data collection mechanisms and water balance models were developed to use as tools in deciding water transfers to be done within six river basins. Since the national power supply was highly dependent on hydropower during three last decades, three more river basins were also included in the system, to share water effectively among the sectors. The hydropower or Irrigation sectors dominate the decisions at the critical water shortage periods depending on the government priority for food production or power generation. Mahaweli water panel emerged as an intra-sectoral decision-making body and hence it is comparatively liberal in taking decisions on water allocations.

Extending this model into other basins are not always possible due to administrative boundary issues which are more forceful than hydrological boundaries. The central government and Provincial government setups will have issues to be resolved before the establishment of such decision-making panels for river basins.

When the potable water sector is becoming more and more dependent on the existing irrigation infrastructure, the decision of allocation gets inclined towards the drinking water. As the potable water sector has not been officially identified as a stakeholder in the DAC mechanism, many conflicts arose between irrigation and domestic sectors recently while negotiating on existing resources.

Lack of policies in the water sector in water allocation and conservation can be cited as one main impediment in the attempt of resolving the conflicts. The objective of this paper is to review the current practices and mechanisms and identify suitable policy, legal and institutional changes in the sector.

1 Additional Director General of Irrigation, Irrigation Department, Sri Lanka, janakimeega@hotmail.com
2 Former Director General of Irrigation, Irrigation Department, Sri Lanka, bkamaladasa@gmail.com

Keywords : Water allocation; Agriculture sector; Portable water sector; Institutional changes; Development goals.

RESUME

Les pratiques actuelles d'allocation de l'eau au Sri Lanka sont régies par les modèles historiques de développement, d'utilisation et d'habitude des infrastructures hydrauliques. Le schèma des précipitations de mousson dans le pays a créé des zones climatologiques distinctes, sèches et humides, où la disponibilité de l'eau est également très variable dans le temps. Dans une zone sèche, le stockage de l'eau est inévitable pour une utilisation tout au long de l'année, tandis que les gestionnaires de l'eau peuvent compter sur des sources d'eau pérennes dans la zone humide. On observe que les allocations intersectorielles et intrasectorielles sont principalement basées sur des pratiques traditionnelles et donc improductives car les méthodologies n'ont pas été introduites pour les conditions changeantes. L'Ordonnance sur l'irrigation promulguée en 1946 a créé un forum au niveau du district, à savoir le Comité agricole de district (DAC) pour prendre des décisions sur la planification saisonnière et la distribution intersectorielle de l'eau, qui est toujours en activité. Le CAD est représenté principalement par le secteur agricole, et il n'a pas encore été mis à niveau pour fonctionner comme un organe décisionnel intra-sectoriel. Les nouveaux groupes d'utilisateurs émergeant en raison du développement du secteur urbain et industriel sont considérés comme une menace par les utilisateurs traditionnels et, par conséquent, de nombreuses opportunités de développement régional auraient été perdues. Le secteur de la pêche continentale, même s'il était un nouveau venu, a pu établir son segment dans les années 1990 avec une nouvelle loi.

Lorsque le Projet de développement du bassin de Mahaweli a été achevé dans les années 1980, une nouvelle structure institutionnelle (Mahaweli Water Panel) a été introduite pour prendre des décisions sur l'allocation de l'eau au sein de ce système. Des mécanismes modernes de collecte de données et des modèles de bilan hydrique ont été développés pour qu'ils soient utilisés comme outils pour décider des transferts d'eau à effectuer dans six bassins fluviaux. Étant donné que l'approvisionnement électrique national dépendait fortement de l'hydroélectricité il y a trois décennies, trois autres bassins fluviaux ont également été inclus dans le système, afin de partager efficacement l'eau entre les secteurs. Le secteur de l'hydroélectricité ou de l'irrigation domine les décisions lors des périodes critiques de pénurie d'eau en fonction de la priorité du gouvernement pour la production alimentaire ou la production d'électricité. Le Comité de l'eau de Mahaweli s'est développé en tant qu'organe décisionnel intra-sectoriel et, par conséquent, il est relativement libéral dans la prise de décisions sur les allocations d'eau.

L'extension de ce modèle à d'autres bassins n'est pas toujours possible en raison de problèmes de limites administratives plus contraignantes que les limites hydrologiques. Les organisations du gouvernement central et du gouvernement provincial auront des problèmes à résoudre avant la mise en place de tels comités décisionnels pour les bassins fluviaux.

Lorsque le secteur de l'eau potable devient de plus en plus dépendant des infrastructures d'irrigation existantes, la décision d'allocation s'oriente vers l'eau potable. Comme le secteur de l'eau potable n'a pas été officiellement identifié comme une partie prenante majeure dans le mécanisme du CAD, de nombreux conflits sont récemment apparus entre les secteurs de l'irrigation et domestique lors de la négociation de l'utilisation des ressources existantes.

L'absence de politiques dans le secteur de l'eau en matière d'allocation et de conservation de l'eau peut être citée comme l'un des principaux obstacles à la résolution des conflits. L'objectif de ce document est d'examiner les pratiques et mécanismes actuels et d'identifier les changements politiques, juridiques et institutionnels appropriés dans le secteur.

Mots-clés : Allocation de l'eau; Secteur agricole; Secteur de l'eau potable; Changements institutionnels; Objectifs de développement.

RECENT DEVELOPMENTS IN MESAURED IRRIGATION

DÉVELOPPEMENTS RÉCENTS EN IRRIGATION MESURÉE

Dr Omodei, Bernie[1]

ABSTRACT

Can the volume of water discharged by an NPC (non-pressure compensating) during an irrigation event be independent of the pressure? Can automatic drip irrigation on steep sloping land using NPC drippers be unpowered and uniform? If you answer NO to these questions, my presentation may convince you that the answer is YES.

Measured irrigation is an irrigation scheduling method that satisfies the following two conditions: (i) Variations in the water usage rate throughout the year are controlled by the prevailing net evaporation rate (evaporation minus rain), and (ii) the volume of water emitted by each emitter during an irrigation event is controlled directly without the need to control the flow rate or the duration of the irrigation event. Conventional drip irrigation systems use an irrigation controller to control duration of the irrigation event and the frequency of irrigation. The volume of water emitted by a dripper during the irrigation event is controlled by using drippers with a specified flow rate and controlling the duration of the irrigation event.

The acceptance of this drip irrigation scheduling paradigm has led to the development of pressure compensating drippers whereby the flow rate from the dripper is relatively constant for a range of water pressures. Measured irrigation uses a totally different paradigm for controlling the volume of water emitted by a dripper during the irrigation event. Gravity feed measured irrigation is well suited to smallholders in poorer countries where access to mains power and mains water is unavailable, unreliable or too expensive. Most drip irrigation applications on sloping land use PC drippers. A high pressure pump is usually required to ensure that all drippers within each zone are within the pressure range for pressure compensation. Furthermore, many zones are usually required to ensure that the drippers within each zone are within the pressure compensation range. The Omodei method demonstrates how drip irrigation on sloping land can use NPC drippers without compromising irrigation uniformity.

Keywords: Non pressure compensating; Measured irrigation; Omodei method; Irrigation controller.

RESUME

Le volume d'eau déversé par une NPC (compensation sans pression) lors d'un événement d'irrigation peut-il être indépendant de la pression? L'irrigation automatique goutte-à-goutte sur des terrains en pente raide à l'aide d'asperseurs NPC peut-elle être sans électricité et uniforme ? Si vous répondez NON à ces questions, ma présentation peut vous convaincre que la réponse est OUI.

L'irrigation mesurée est une méthode de planification de l'irrigation qui satisfait les deux conditions suivantes : (i) les variations du taux d'utilisation de l'eau tout au long de l'année sont contrôlées par le taux d'évaporation net en vigueur (évaporation moins la pluie), et (ii) le volume d'eau émis par chaque buse individuelle pendant un événement d'irrigation est contrôlé directement sans qu'il soit nécessaire de contrôler le débit ou la durée de l'événement d'irrigation. Les systèmes d'irrigation goutte à goutte conventionnels utilisent un régulateur

1 bernieo@measuredirrigation.com.au

d'irrigation pour contrôler la durée de l'événement d'irrigation et la fréquence d'irrigation. Le volume d'eau émis par un goutteur pendant l'événement d'irrigation est contrôlé en utilisant des goutteurs avec un débit spécifié et en contrôlant la durée de l'événement d'irrigation.

L'acceptation de ce paradigme de programmation de l'irrigation goutte à goutte a conduit au développement de goutteurs à compensation de pression dans lesquels le débit du goutteur est relativement constant pour une gamme de pressions d'eau. L'irrigation mesurée utilise un paradigme totalement différent pour contrôler le volume d'eau émis par un goutteur lors de l'événement d'irrigation. L'irrigation mesurée par gravité est bien adaptée aux petits exploitants des pays pauvres où l'accès au réseau électrique et à l'eau du réseau est indisponible, peu fiable ou trop cher. La plupart des applications d'irrigation goutte à goutte sur les terrains en pente utilisent des goutteurs en PC. Une pompe de haute pression est généralement nécessaire pour s'assurer que tous les goutteurs de chaque zone se situent dans la sphère de pression pour la compensation de pression. De plus, de nombreuses zones sont généralement nécessaires pour s'assurer que les goutteurs de chaque zone se situent dans la sphère de compensation de pression. La méthode Omodei démontre comment l›irrigation goutte à goutte sur des terrains en pente peut utiliser des goutteurs NPC sans compromettre l›uniformité de l›irrigation

Mots-clés : Compensation sans pression; Irrigation mesurée; Méthode Omodei; Régulateur d'irrigation.

POSSIBILITIES OF USING GIS IN IRRIGATION AND DRAINAGE MANAGEMENT: EXAMPLE OF HATAY HASSA IRRIGATION PROJECT

POSSIBILITÉS D'UTILISATION DU SIG DANS LA GESTION DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE : EXAMPLE DU PROJET D'IRRIGATION HATAY HASSA

Aynur FAYRAP[1], Şerife Pınar GÜVEL[2]

ABSTRACT

It is of great importance to manage the projects that are technically and economically appropriate and to ensure the benefit expected from the projects in the planning and development activities of water resources, Within the scope of the monitoring and evaluation activities carried out at operation stage of irrigation projects, the distribution and changes of the water depth and the salinity of shallow water in the irrigation project areas are investigated. Shallow water table depth can be a major problem in case of fluctuations in the shallow water table in agricultural lands. Problems arising from the quality of shallow water can result in loss of yield and soil degradation. The water level reaching the plant roots adversely affects the yield due to salinity. The regular monitoring of the shallow water level throughout the year affects the planning activities and decisions to be taken in drainage management. In addition, changes from year to year in terms of water quality should be monitored for the efficiency of drainage systems. Thematic maps depicting the depth and salinity of shallow water are used to assess monitoring efforts.

Shallow water maps are prepared using water table observation data to determine the direction of the water table movement. In this way, areas that need drainage can be identified. The maps showing the condition of shallow water are drawn up, taking into account the principles regarding water monitoring and evaluation activities. The spatial dependence of attribute data is examined in engineering applications where statistical methods are preferred.

The goal of this study is to use Geographic Information System (GIS) to analyze watertable observation values and to prepare and evaluate watertable estimation maps for the Hatay Hassa Irrigation Project area, which is currently operational and located in the Asi River Basin. 16 maps of the study area that are 1/5000 scale were transferred to GIS environment with coordinates. A digital elevation model of the study area was formed with elevation attribute information with digitization of the maps. The monthly watertable depth observation values were taken from various forms of watertable monitoring in the years 1983–1984, 1993–1994, and 1999–2000. The observed values were analyzed in a GIS environment and the spatial distribution of watertable between these years in the study area were examined.

It is seen in the estimation maps obtained by using the GIS technique that there is no problem arising from the condition of the shallow water table in the Hatay Hassa Irrigation Project area. It was determined by using the GIS technique that the topographic slope and the direction of flow of water were compatible in the irrigation area. The preparation of the map of the water table level curves using GIS technology supports the determination of the flow direction in a short time and provides an evaluation of the status of the topographic situation. The use of GIS to examine the condition of the water table contributes to drainage planning studies in the irrigation area.

1 General Directorate of State Hydraulic Works, O&M Dept, Ankara, Turkey, E-mail: aynurf@dsi.gov.tr

2 General Directorate of State Hydraulic Works, 6th Regional Directorate, Adana, Turkey, E-mail: spinar.guvel@dsi.gov.tr

Keywords : Water Table; Geographic Information Systems; Irrigation.

RESUME

La gestion des projets appropriés sur le plan technique et économique et la garantie d'avoir le bénéfice attendu des projets dans les activités de planification et de développement des ressources en eau porte une grande importance. Dans le cadre des activités de suivi et d›évaluation menées au stade de l›exploitation des projets d›irrigation, la distribution et les changements de la profondeur de l›eau et de la salinité des eaux peu profondes dans les zones du projet d›irrigation sont étudiés. La faible profondeur de la nappe phréatique peut être un problème majeur en cas de fluctuations de la nappe phréatique peu profonde dans les terres agricoles. Les problèmes liés à la qualité des eaux peu profondes peuvent entraîner une perte de rendement et une dégradation des sols. Le niveau d›eau atteignant les racines des plantes affecte négativement le rendement en raison de la salinité. Le suivi régulier du niveau d›eau peu profonde tout au long de l›année affecte les activités de planification et les décisions à prendre dans la gestion du drainage. En plus, les changements d›une année à l›autre en termes de qualité de l›eau doivent être surveillés pour l›efficacité des systèmes de drainage. Des cartes thématiques montrant la profondeur et la salinité des eaux peu profondes sont utilisées pour évaluer les efforts de surveillance.

Des cartes des eaux peu profondes sont préparées à l'aide des données d'observation de la nappe phréatique pour déterminer la direction du mouvement de la nappe phréatique. De cette façon, les zones nécessitant un drainage peuvent être identifiées. Les cartes montrant l'état des eaux peu profondes sont établies en tenant compte des principes concernant les activités de surveillance et d'évaluation de l'eau. La dépendance spatiale des données d'attributs est examinée dans les applications d'ingénierie où les méthodes statistiques sont préférées.

Cette étude vise à utiliser le Système d'information géographique (SIG) pour analyser les valeurs d'observation de la nappe phréatique et pour préparer et évaluer les cartes d'estimation de la nappe phréatique pour la zone du projet d'irrigation de Hatay Hassa, qui est actuellement opérationnelle et située dans le bassin de la rivière Asi. 16 cartes de la zone d'étude à l'échelle 1/5000 ont été transférées dans un environnement SIG avec des coordonnées. Un modèle numérique d'élévation de la zone d'étude a été mis en place avec des informations sur les attributs d'élévation grâce à la numérisation des cartes. Les valeurs mensuelles d'observation de la profondeur de la nappe phréatique ont été tirées de diverses formes de surveillance de la nappe phréatique au cours des années 1983-1984, 1993-1994 et 1999-2000. Les valeurs observées ont été analysées dans un environnement SIG et la distribution spatiale de la nappe phréatique entre ces années dans la zone d'étude a été examinée.

Les cartes d'estimation obtenues à l'aide de la technique SIG montrent qu'il n'y a pas de problème lié à l'état de la nappe phréatique peu profonde dans la zone du projet d'irrigation Hatay Hassa. L'utilisation de la technique SIG a permis de déterminer que la pente topographique et la direction de l'écoulement de l'eau étaient compatibles dans la zone d'irrigation. La préparation de la carte des courbes de niveau de la nappe phréatique à l'aide de la technologie SIG permet de déterminer la direction de l'écoulement en peu de temps et fournit une évaluation de l'état de la situation topographique. L'utilisation du SIG pour examiner l'état de la nappe phréatique contribue aux études de planification du drainage dans la zone d'irrigation.

Mots clés : Nappe phréatique; Systèmes d'information géographique; Irrigation.

WATER STORAGE ESTIMATION IN RESERVOIRS USING MULTIPLE SATELLITE OBSERVATIONS

ESTIMATION DU STOCKAGE DE L'EAU DANS LES RÉSERVOIRS À L'AIDE D'OBSERVATIONS SATELLITAIRES MULTIPLES

Hee-Jin Lee[1], Won-Ho Nam[2]

ABSTRACT

Due to the global warming caused by climate change, changes in weather and environmental factors that directly affect agriculture have advanced. According to the statistics released by the Korea Meteorological Administration (KMA), South Korea's spring precipitation amounted to 50~60% of its normal level in 2017, causing water shortage and severe drought. The danger of water shortage has been increasing recently due to the expansion of large cities and regional partiality of water supply facilities. South Korea provides agricultural water to about 57 percent of the total irrigation area by utilizing a reservoir for agriculture, a major water supply facility for rural water resources. Therefore, it is important to identify the available water capacity to determine the amount of reservoir water storage in the irrigation facilities using satellite images. Normalized Difference Water Index (NDWI) is an index related to water and is related to the water content of the earth surface, and is mainly used by satellite images to detect topographical features containing moisture in large quantities, such as streams, lakes and wetlands. In this study, we calculated NDWI from a reservoir using sentinel-2 to calculate the reservoir surface area in Chungcheongnam-do, South Korea. We analysed the correlation of water level data of reservoir with water surface area extracted from satellite images.

Keywords: Satellite images; NDWI; Sentinel-2; Water surface area; Correlation.

RESUME

En raison du réchauffement climatique causé par le changement climatique, on a vu la progression des modifications des facteurs météorologiques et environnementaux qui affectent directement l'agriculture. Selon les statistiques publiées par l'Administration météorologique coréenne (KMA), les précipitations printanières en Corée du Sud se sont abaissées à 50 à 60% de leur niveau normal en 2017, provoquant ainsi une pénurie d›eau et une sécheresse grave. Le danger de pénurie d›eau a augmenté récemment en raison de l›expansion des grandes villes et du favoritisme régional des installations d›approvisionnement en eau. La Corée du Sud fournit de l›eau agricole à environ 57 pour cent de la superficie totale d›irrigation en utilisant un réservoir pour l›agriculture, une importante installation d'approvisionnement en eau pour les ressources en eau rurales. Donc, il est important d'identifier la capacité en eau disponible pour déterminer la quantité de stockage d'eau du réservoir dans les installations d'irrigation à l'aide des images satellitaires. L'Indice d'eau par différence normalisée (NDWI) est un indice lié à l'eau et à la teneur en eau de la surface de la terre, et est principalement utilisé par les images satellitaires pour détecter les caractéristiques topographiques contenant de l'humidité en grande quantité, telles que les ruisseaux, les lacs et les zones humides. Dans cette étude, nous avons calculé le NDWI d'un réservoir à l'aide de Sentinel-2 pour calculer la superficie du réservoir à Chungcheongnam-do, en Corée du Sud. Nous avons analysé la corrélation entre les données de niveau d'eau du réservoir et la surface de l'eau extraite des images satellitaires.

Mots clés : Images satellitaires; NDWI; Sentinel-2; Surface d'eau; Corrélation.

1 Ph.D Student, Department of Integrated Systems Engineering, Hankyong National University, Anseong, Republic of Korea, heejin.lee@hknu.ac.kr

2 Associate Professor, School of Social Safety and Systems Engineering, Institute of Agricultural Environmental Science, National Agricultural Water Research Center, Hankyong National University, Anseong, Republic of Korea, wonho.nam@hknu.ac.kr

DEVELOPING DATA-DRIVEN QUALITY CONTROL ALGORITHM TO MANAGE REAL-TIME WATER LEVEL USING DEEP LEARNING

DÉVELOPPEMENT D'UN ALGORITHME DE CONTRÔLE DE QUALITÉ BASE SUR LES DONNÉES POUR GÉRER LE NIVEAU D'EAU EN TEMPS RÉEL À L›AIDE DE L›APPRENTISSAGE APPROFONDI

YANG, MI-HYE[1], NAM, WON-HO[2]

ABSTRACT

In recent years, with the development of information technology, data quality control is important for any data collection program where it is more likely that errors occur due to the human factor. Ensuring the quality of hydrological data such as inflow, water level, and water storage has become a key issue in the field of reservoir management. In South Korea, the Korea Rural Community Corporation (KRC) installed real-time water level measurements at 1,741 agricultural reservoirs and has been collecting the water level and volume data every 10 minutes for the agricultural water management at the national level. For effective management of agricultural water, all the data related to agricultural water should first be made digitally. Therefore, it is necessary to develop the quality control algorithm to manage real-time water level of reservoir and irrigation canals. This research aims to design a data-driven quality control algorithm which is suitable for correcting reservoir water level data using deep learning model. Long Short-Term Memory (LSTM) deep neural networks are known to be suitable for classifying, processing and making predictions based on time series data particularly. The experimental results show that the quality control algorithm of real-time water level can effectively detect suspicious and erroneous data, and provide suggested reference values for accurate agricultural water management of reservoirs.

Keywords: Quality control algorithm; Deep learning; LSTM; Reservoir water level; Irrigation water management.

RESUME

Au cours des dernières années, avec le développement des technologies de l'information, le contrôle de la qualité des données est important pour tout programme de collecte de données où il est plus probable que des erreurs se produisent en raison du facteur humain. Assurer la qualité des données hydrologiques telles que l'afflux, le niveau d'eau et le stockage de l'eau est devenu une préoccupation clé dans le domaine de la gestion des réservoirs. En Corée du Sud, la Korea Rural Community Corporation (KRC) a installé des mesures en temps réel du niveau d'eau dans 1 741 réservoirs agricoles et a recueilli des données sur le niveau et le volume d'eau toutes les 10 minutes pour la gestion de l'eau agricole au niveau national. Pour une gestion efficace de l'eau agricole, toutes les données liées à l'eau agricole doivent tout d'abord être réalisées sous forme numérique. Donc, il est nécessaire de développer l'algorithme de contrôle de la qualité pour gérer en temps réel le niveau d'eau du réservoir

1 Ph.D Student, Department of Integrated Systems Engineering, Hankyong National University, Anseong, Republic of Korea, mihye.yang@hknu.ac.kr

2 Associate Professor, School of Social Safety and Systems Engineering, Institute of Agricultural Environmental Science, National Agricultural Water Research Center, Hankyong National University, Anseong, Republic of Korea, wonho.nam@hknu.ac.kr

et des canaux d'irrigation. Cette recherche vise à concevoir un algorithme de contrôle de la qualité basé sur les données, adapté à la correction des données relatives au niveau d'eau des réservoirs, en utilisant un modèle d'apprentissage approfondi. Les réseaux neuronaux profonds à longue mémoire à court terme (LSTM) sont connus pour leur capacité à classer, à traiter et à réaliser des prédictions basées sur des données de séries chronologiques en particulier. Les résultats expérimentaux montrent que l'algorithme de contrôle de la qualité du niveau d'eau en temps réel peut détecter efficacement les données suspectes et erronées et fournir des valeurs de référence proposées pour une gestion précise de l'eau agricole des réservoirs.

Mots-clés : Algorithme de contrôle de la qualité; Apprentissage approfondi, LSTM, Niveau d'eau du réservoir, Gestion de l'eau d'irrigation.

s

SPATIO-TEMPORAL TREND ANALYSIS OF DROUGHT OCCURRENCE USING MULTI-SATELLITE IMAGES IN SOUTH KOREA

ANALYSE DES TENDANCES SPATIO-TEMPORELLES DE L'EVENEMENT DE LA SÉCHERESSE À L'AIDE D'IMAGES MULTI-SATELLITES EN CORÉE DU SUD

Dong-Hyun Yoon[1], Won-Ho Nam[2]

ABSTRACT

Climate change has caused changes in environmental factors such as temperature and precipitation that have a direct impact on agriculture. The meteorological disaster that has the greatest impact on agriculture is drought, and its forecasts are closely related to agricultural production and water supply. In the case of terrestrial data, the accuracy of the spatial map obtained by interpolating the each point data is lowered because it is based on the point observation. Therefore, acquisition of various meteorological data through satellite imagery can complement this terrestrial based drought monitoring. In this study, Evaporative Stress Index (ESI) was used as satellite data for drought determination. The ESI was developed by NASA and USDA, and is calculated through thermal observations of GOES satellites, MODIS. We will identify the difference between ESI and other satellite-based drought assessment indices (Vegetation Health Index, VHI, Leaf Area Index, LAI, Enhanced Vegetation Index, EVI), and use it to analyze the drought in South Korea and examines the applicability of ESI as a new indicator of agricultural drought monitoring. In addition, it is intended to confirm the suitability of drought judgment through comparison with the SPI previously used.

Keywords: Drought monitoring; Satellite image; ROC; ESI.

RESUME

Le changement climatique a provoqué des changements dans les facteurs environnementaux tels que la température et les précipitations qui exercent un impact direct sur l'agriculture. La catastrophe météorologique qui a exercé plus d'impact sur l'agriculture est la sécheresse, et ses prévisions sont étroitement liées à la production agricole et à l'approvisionnement en eau. Dans le cas de données terrestres, la précision de la cartographie spatiale obtenue en interpolant les données de chaque point est réduite car elle se base sur l'observation ponctuelle. Par conséquent, l'acquisition de diverses données météorologiques par l'imagerie satellitaire peut compléter cette surveillance terrestre de la sécheresse. Dans cette étude, l'Indice de stress évaporatif (ESI) a été utilisé comme données satellitaires pour la détermination de la sécheresse. L'ESI a été développée par la NASA et l'USDA, et est calculé à partir des observations thermiques faites par les satellites GOES, MODIS. Nous identifierons la différence entre l'ESI et d'autres indices d'évaluation de la sécheresse par satellite (Vegetation Health Index, VHI, Leaf Area Index, LAI, Enhanced Vegetation Index, EVI), et l'utiliserons pour analyser la sécheresse en Corée du Sud, et examinerons l'applicabilité de l'ESI comme nouvel indicateur de surveillance de la sécheresse agricole. En outre, il est prévu de confirmer l'adéquation du jugement sur la sécheresse par une comparaison avec le SPI utilisé précédemment.

Mots clés : Surveillance de la sécheresse; Image satellitaire; ROC; ESI.

1 Ph.D Student, Department of Integrated Systems Engineering, Hankyong National University, Anseong, Republic of Korea. donghyun.yoon@hknu.ac.kr

2 Associate Professor, School of Social Safety and Systems Engineering, Institute of Agricultural Environmental Science, National Agricultural Water Research Center, Hankyong National University, Anseong, Republic of Korea, wonho.nam@hknu.ac.kr

POSSIBILITIES OF BENEFIT FROM GIS IN MONITORING AND ASSESSMENT OF WATERTABLE IN IRRIGATED AREAS: EXAMPLE OF HATAY HASSA IRRIGATION PROJECT

POSSIBILITÉS DE BÉNÉFICIER DU SIG DANS LA SURVEILLANCE ET L'ÉVALUATION DE LA NAPPE PHRÉATIQUE DANS LES ZONES IRRIGUÉES : EXEMPLE DU PROJET D'IRRIGATION HATAY HASSA

Aynur Fayrap[1], Şerife Pınar Güvel[2]

ABSTRACT

It is of great importance to manage the projects that are technically and economically appropriate and to ensure that the benefit that expected from the projects during the planning and development activities of water resources are fully derived. Within the scope of the monitoring and evaluation activities carried out at operation stage of irrigation projects, the distribution and changes of the water depth and the salinity of shallow water in the irrigation project areas are investigated. Shallow water table depth can be a major problem in case of fluctuations in the shallow water table in agricultural lands. Problems arising from the quality of shallow water can result in loss of yield and soil degradation. The water level reaching the plant roots adversely affects the yield due to salinity. The regular monitoring of the shallow water level throughout the year affects the planning activities and decisions to be taken in drainage management. In addition, changes from year to year in terms of water quality should be monitored for the efficiency of drainage systems. Thematic maps depicting the depth and salinity of shallow water are used to assess monitoring efforts.

Shallow water maps are prepared using water table observation data to determine the direction of the water table movement. In this way, areas that need drainage can be identified. The maps showing the condition of shallow water are drawn up, taking into account the principles regarding water monitoring and evaluation activities. The spatial dependence of attribute data is examined in engineering applications where statistical methods are preferred.

The goal of this study is to use Geographic Information System (GIS) to analyze watertable observation values and to prepare and evaluate watertable estimation maps for the Hatay Hassa Irrigation Project area, which is currently operational and located in the Asi River Basin. 16 maps of the study area that are 1/5000 scale were transferred to GIS environment with coordinates. A digital elevation model of the study area was formed with elevation attribute information with digitization of the maps. The monthly watertable depth observation values were taken from various forms of watertable monitoring in the years 1983–1984, 1993–1994, and 1999–2000. The observed values were analyzed in a GIS environment and the spatial distribution of watertable between these years in the study area were examined.

It is seen in the estimation maps obtained by using the GIS technique that there is no problem arising from the condition of the shallow water table in the Hatay Hassa Irrigation Project area. It was determined by using the GIS technique that the topographic slope and the direction of flow of water were compatible in the irrigation area. The preparation of the map of the water table level curves using GIS technology supports the determination of the flow direction in a

1 General Directorate of State Hydraulic Works, O&M Deptt., Ankara, Turkey, email: aynurf@dsi.gov.tr

2 General Directorate of State Hydraulic Works, 6th Regional Directorate, Adana, Turkey, email: spinar.guvel@dsi.gov.tr

short time and provides an evaluation of the status of the topographic situation. The use of GIS to examine the condition of the water table contributes to drainage planning studies in the irrigation area.

Keywords: Water Table, Geographic Information Systems, Irrigation.

RESUME

Il est très important de gérer les projets qui sont projets appropriés sur le plan technique et économique et de s'assurer que les bénéfices attendus des projets pendant les activités de planification et de développement des ressources en eau sont pleinement tirés. Dans le cadre des activités de suivi et d'évaluation menées au stade de l'exploitation des projets d'irrigation, la distribution et les changements de la profondeur de l'eau et de la salinité des eaux peu profondes dans les zones du projet d'irrigation sont étudiés. La faible profondeur de la nappe phréatique peut être un problème majeur en cas de fluctuations de la nappe phréatique peu profonde dans les terres agricoles. Les problèmes liés à la qualité des eaux peu profondes peuvent entraîner une perte de rendement et une dégradation des sols. Le niveau d'eau atteignant les racines des plantes affecte négativement le rendement en raison de la salinité. Le suivi régulier du niveau d'eau peu profonde tout au long de l'année affecte les activités de planification et les décisions à prendre dans la gestion du drainage. En plus, les changements d'une année à l'autre en termes de qualité de l'eau doivent être surveillés pour l'efficacité des systèmes de drainage. Des cartes thématiques montrant la profondeur et la salinité des eaux peu profondes sont utilisées pour évaluer les efforts de surveillance.

Des cartes des eaux peu profondes sont préparées à l'aide des données d'observation de la nappe phréatique pour déterminer la direction du mouvement de la nappe phréatique. De cette façon, les zones nécessitant un drainage peuvent être identifiées. Les cartes montrant l'état des eaux peu profondes sont établies en tenant compte des principes concernant les activités de surveillance et d'évaluation de l'eau. La dépendance spatiale des données d'attributs est examinée dans les applications d'ingénierie où les méthodes statistiques sont préférées.

Cette étude vise à utiliser le Système d'information géographique (SIG) pour analyser les valeurs d'observation de la nappe phréatique et pour préparer et évaluer les cartes d'estimation de la nappe phréatique pour la zone du projet d'irrigation de Hatay Hassa, qui est actuellement opérationnelle et située dans le bassin de la rivière Asi. 16 cartes de la zone d'étude à l'échelle 1/5000 ont été transférées dans un environnement SIG avec des coordonnées. Un modèle numérique d'élévation de la zone d'étude a été mis en place avec des informations sur les attributs d'élévation grâce à la numérisation des cartes. Les valeurs mensuelles d'observation de la profondeur de la nappe phréatique ont été tirées de diverses formes de surveillance de la nappe phréatique au cours des années 1983-1984, 1993-1994 et 1999-2000. Les valeurs observées ont été analysées dans un environnement SIG et la distribution spatiale de la nappe phréatique entre ces années dans la zone d'étude a été examinée.

Les cartes d'estimation obtenues à l'aide de la technique SIG montrent qu'il n'y a pas de problème lié à l'état de la nappe phréatique peu profonde dans la zone du projet d'irrigation Hatay Hassa. L'utilisation de la technique SIG a permis de déterminer que la pente topographique et la direction de l'écoulement de l'eau étaient compatibles dans la zone d'irrigation. La préparation de la carte des courbes de niveau de la nappe phréatique à l'aide de la technologie SIG permet de déterminer la direction de l'écoulement en peu de temps et fournit une évaluation de l'état de la situation topographique. L'utilisation du SIG pour examiner l'état de la nappe phréatique contribue aux études de planification du drainage dans la zone d'irrigation.

Mots clés : Nappe phréatique; Systèmes d'information géographique; Irrigation.

A CASE STUDY ON IOT TECHNOLOGY SUPPORTED SMART WATER ALLOCATION SYSTEM IN TAIWAN CHIA-NAN NORTH MAIN CANAL

ÉTUDE DE CAS SUR LE SYSTÈME INTELLIGENT D›ALLOCATION D›EAU SOUTENU PAR LA TECHNOLOGIE IOT AU CANAL PRINCIPAL CHIA-NAN DU NORD À TAIWAN

Jih-Shun Liu [1], Ray-Shyan Wu[2], Chih-Chiang Dung [3], Fang-Lan Ko [4], Hao-Chih Lee [5], Chien-Chih Lee[6], and Chin-Yuan Lin[7]

ABSTRACT

In recent years, disasters such as floods, windstorms, droughts and earthquakes have occurred frequently around the world. Agriculture is also affected by these disasters. Even if there is no disaster, the problem of water shortage still exists in Taiwan, because of the uneven rainfall distribution in temporal and spatial. Especially in southern Taiwan, the ratio of rainfall during the wet season to the dry season is about 9:1. Therefore, South Taiwan is often dry during the period from November to May, and water shortages will impact economic development such as industry, commerce and agriculture.

Historical statistics and extreme rainfall show that climate change, extreme weather, short-duration and high-intensity rainfall are increasingly affecting Taiwan. Especially in South Taiwan, where the risk of water shortage is high, the pressure on regional water resources management and allocation has increased. In the dry season, normal or extreme droughts occurred frequently, in order to enhance the allocation of irrigation water, this study uses cloud monitoring technology to improve the management of water resources in South Taiwan, and combines crop planting period and irrigation water-saving methods to reduce the impact of water shortage. This study applied integrated technology through innovative thinking and use the IoT (Internet of Things) technology to collect data such as water conveyance, water allocation, field water use and climate. Then, all the above collected data can be used as a database for big data statistical decision analysis and develop a central intelligent management platform. This study applied IoT technology to on-site monitoring device, which will change the traditional monitoring method. Through the integration and development of the IoT, monitoring device and transmission components can be miniaturized, wireless, modular and weather resistant.

The study established a calculation and operation process of management model for irrigation water conveyance and allocation by applied an optimized irrigation water management model to analyse water demand in the study area and provide feedback to canal water control equipment to enhance irrigation water management techniques. The procedure applied PID (Proportional-Integral-Derivative) mechanism to develop a control logic program to be written

1 Associate researcher and deputy head of Information Division, Agricultural Engineering Research Center (AERC), Taiwan, jsliu@aerc.org.tw.
2 Distinguished Professor, Department of Civil Engineering, National Central University(NCU), Taiwan.
3 Assistant Researcher, Information Division, Agricultural Engineering Research Center(AERC),Taiwan.
4 Associate Technician, Information Division, Agricultural Engineering Research Center(AERC),Taiwan.
5 Post Doctor, Department of Hydraulic and Ocean Engineering, National Cheng Kung University(NCKU),Taiwan.
6 Section chief of irrigation, Management Division, Chia-Nan Management Office, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Taiwan.
7 Irrigation Manager, Management Division, Chia-Nan Management Office, Irrigation Agency, Council of Agriculture, Taiwan.

in the PLC (Programmable Logic Controller), which can replace manual process and calculate the observed data instantly, then adjusting the input data step by step to approach the target value within a steady condition. When the PLC of the controlled gate obtained the monitored value through data transferred from IoT, the difference error between the observed value and the target value would be calculated to correct the next input data, after calculation, the modifying data will be transferred back to the IoT system. The on-site system can monitor and control the water depth of the water measuring device or control point through the model to estimate the instantaneous discharge and its error value with the approved discharge by the system. When the error value exceeds the allowable range, the system will automatically start the warning mechanism. Then, the recommended water gate opening height is calculated based on the approved discharge by the system and the water depth upstream and downstream of the water gate. The results will help to improve field irrigation water management performance and achieve the goal of improving irrigation water conservation and to be a reference to other countries.

Keywords : Smart water allocation system; PID control; Internet of Things (IoT), Taiwan

RESUME

Ces dernières années, des catastrophes telles que des inondations, des tempêtes, des sécheresses et des tremblements de terre se sont fréquemment produites dans le monde. L'agriculture est également touchée par ces catastrophes. Même s'il n'y a pas de catastrophe, le problème de la pénurie d'eau existe toujours à Taïwan, en raison de la répartition inégale des précipitations dans le temps et dans l'espace. Au sud de Taïwan, le rapport des précipitations pendant la saison des pluies à la saison sèche est d'environ 9:1. Par conséquent, le sud de Taiwan reste souvent sec pendant la période de novembre à mai, et les pénuries d'eau auront un impact sur le développement économique tel que l'industrie, le commerce et l'agriculture.

Les statistiques historiques et les précipitations extrêmes montrent que le changement climatique, les conditions météorologiques extrêmes, les précipitations de courte durée et de forte intensité touchent de plus en plus Taïwan. Au sud de Taïwan, où le risque de pénurie d'eau est croissant, la pression augmente sur la gestion et l'allocation des ressources en eau régionales. Pendant la saison sèche, des sécheresses normales ou extrêmes se sont produites fréquemment. Afin d'améliorer l'allocation de l'eau d'irrigation, cette étude utilise la technologie de surveillance des nuages pour améliorer la gestion des ressources en eau au sud de Taiwan, et combine la période de plantation des cultures et les méthodes d'économie d'eau d'irrigation pour réduire l'impact de la pénurie d'eau. Cette étude a appliqué une technologie intégrée grâce à une réflexion innovante et a utilisé la technologie IoT (Internet des choses) pour recueillir des données telles que le transport de l'eau, l'allocation de l'eau, l'utilisation de l'eau sur le terrain et le climat. Ensuite, toutes les données recueillies ci-dessus peuvent être utilisées comme base de données pour l'analyse décisionnelle statistique des mégadonnées et développer une plateforme centrale de gestion intelligente. Cette étude a appliqué la technologie IoT au dispositif de surveillance sur site, ce qui changera la méthode de surveillance traditionnelle. Grâce à l'intégration et au développement de l'IoT, les dispositifs de surveillance et les composants de transmission peuvent être miniaturisés, sans fil, modulaires et résistants aux intempéries.

L'étude a établi un processus de calcul et de fonctionnement du modèle de gestion pour le transport et l'allocation de l'eau d'irrigation en appliquant un modèle de la gestion d'eau d'irrigation optimisé pour analyser la demande en eau dans la zone d'étude et fournir un retour d'information à l'équipement de contrôle de l'eau du canal pour améliorer les techniques de gestion de l'eau d'irrigation. La procédure a appliqué le mécanisme PID (proportionnel-intégral-dérivé) pour développer un programme de logique de contrôle à écrire dans le PLC (contrôleur

logique programmable), qui peut remplacer le processus manuel et calculer les données observées instantanément, puis ajuster les données d'entrée pas à pas pour approcher la valeur cible dans un état stable. Lorsque le PLC (contrôleur logique programmable) de la vanne commandée a obtenu la valeur surveillée grâce aux données transférées de l'IoT, l'erreur de différence entre la valeur observée et la valeur cible serait calculée pour corriger les données d'entrée suivantes. Après calcul, les données de modification seront transférées vers le Système IoT. Le système sur place peut surveiller et contrôler la profondeur de l'eau de l'appareil de mesure de l'eau ou du point de contrôle via le modèle pour estimer le débit instantané et sa valeur d'erreur avec le débit approuvé par le système. Lorsque la valeur d'erreur dépasse la variation autorisée, le système démarre automatiquement le mécanisme d'avertissement. Ensuite, la hauteur d'ouverture recommandée de la vanne d'eau est calculée en fonction du débit approuvé par le système et de la profondeur de l'eau en amont et en aval de la vanne d'eau. Les résultats contribueront à améliorer les performances de la gestion de l'eau d'irrigation sur le terrain et à atteindre l'objectif d'améliorer la conservation de l'eau d'irrigation et d'être une référence pour d'autres pays.

Mots-clés : Système intelligent d'allocation de l'eau; Vontrôle PID; Internet des choses (IoT); Taïwan.

VIABILITY OF REMOTE SENSING TECHNOLOGY TO MEASURE WATER SUFFICIENCY IN HILLY PADDY FARMS

VIABILITÉ DE LA TECHNOLOGIE DE TÉLÉDÉTECTION POUR MESURER LA SUFFISANCE DE L'EAU DANS LES EXPLOITATIONS RIZICOLES VALLONNEES

Revalin Herdianto[1], Iwan Nusyirwan[*], Syaiful Mahdi[*], and Adek Rizaldi[2,*]

ABSTRACT

Approximately 60% paddy farms in West Sumatera, Indonesia are situated in hilly areas with slope of between 25-100%. Current irrigation methods and land management may need to be re-visited due two interrelated factors: 1) Insufficient water in the downstream area that results in water stress and lower productivity, and 2) high discrepancy in water supply between uphill (upstream) and downhill (downstream). In practice, drainage water from upper land is diverted to neighboring farms before finally discharged to the river, instead of reused by lower farms. This is due to lack of technology to estimate elevation throughout the irrigation area for mapping decent irrigation systems. Moreover, currently farmers have no or little means to measure sufficiency of water throughout irrigated area due to wide coverage and cost of technology. With the advancement in remote sensing technology and availability of high resolution digital elevation model (DEM) in Indonesia, the solution is viable.

This study discusses long term solution using Land Surface Temperature (LST), and Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) coupled with 8-m DEM of Indonesian Geospatial Information Services and climate data. Paddy stress index was measured with NDVI that depict water sufficiency. NDVI of the study location were computed from MODIS (MODerate resolution Imaging Spectro radiometer) in 250-m resolution. Topography of the farms and irrigation canals was processed using 8-m DEM. Distance between water source and farms was tracked with GPS (Global Positioning System). Water requirements were calculated using Penman-Monteith formula. Water balance was calculated in the area using FJ Mock method.

It was found that maximum NDVI throughout the season varied from 0.5 to 0.9 in in three farm locations, with some upward and downward trend. Paddy farms located near irrigation canals showed higher NDVI than that of the further farms. Farms located near canal intake have benefit that they can start the season earlier. However, farms in the downstream do not receive water from upper area since water is diverted to neighboring area. Reference evapotranspiration calculated from LST and ground measured temperature exhibited strong association, indicate a promising results for the use of remotely sensed data in the absence of ground measured data.

Keywords: Normalised Difference Vegetation Index; Digital Elevation Model; Remote sensing.

RESUME

Environ 60% des rizières de l'ouest de Sumatra, en Indonésie, se trouvent dans les zones vallonnées avec une pente comprise entre 25 et 100%. Les méthodes d'irrigation actuelles et la gestion des terres devront peut-être revues en raison de deux facteurs interdépendants :

1 Politeknik Negeri Padang, Indonesia
2 Ministry of Public Works, Indonesia
* Indonesian Commission on Irrigation and Drainage (INACID), Email: revalin@pnp.ac.id

(1) Une quantité d'eau insuffisante dans la zone en aval, ce qui entraîne un stress hydrique et une baisse de la productivité, et (2) un écart important dans l'approvisionnement en eau entre la zone en amont (amont) et la zone en aval (aval). Dans la pratique, les eaux de drainage des terres supérieures sont détournées vers les fermes voisines avant d'être finalement rejetées dans la rivière, au lieu d'être réutilisées par les fermes inférieures. Cela est dû au manque de technologie pour estimer l'élévation dans toute la zone d'irrigation pour cartographier les systèmes d'irrigation convenables. De plus, les agriculteurs n'ont actuellement pas ou peu de moyens pour mesurer la suffisance de l'eau dans toute la zone irriguée en raison de la large couverture et du coût de la technologie. La solution est viable en Indonésie grâce aux progrès de la technologie de télédétection et la disponibilité d'un Modèle numérique d'élévation (DEM) à haute résolution.

Cette étude traite d'une solution à long terme utilisant la Température de la surface terrestre (LST) et l'Indice de végétation par différence normalisée (NDVI) ajoutés à un DEM de 8-m des Services d'information géospatiale indonésiens et à des données climatiques. L'indice de stress du paddy a été mesuré avec le NDVI qui représente la suffisance en eau. Les NDVI du lieu d'étude ont été calculés à partir du MODIS (MODerate resolution Imaging Spectro radiometer) avec une résolution de 250-m. La topographie des fermes et des canaux d'irrigation a été traitée à l'aide d'un DEM de 8-m. La distance entre la source d'eau et les fermes a été suivie par le SPG (Système de Positionnement Global). Les besoins en eau ont été calculés en utilisant la formule de Penman-Monteith. Le bilan hydrique de la zone a été calculé à l'aide de la méthode FJ Mock.

Il a été constaté que le NDVI maximum tout au long de la saison variait de 0,5 à 0,9 pouce dans trois emplacements de ferme, avec une tendance à la hausse et à la baisse. Les rizières situées à proximité des canaux d'irrigation ont montré un NDVI plus élevé que celui des autres fermes. Les fermes situées à proximité de la prise du canal ont l'avantage de pouvoir commencer la saison plus tôt. Cependant, les fermes en aval ne reçoivent pas l'eau de la zone supérieure puisque l'eau est détournée vers la zone voisine. L'évapotranspiration de référence calculée à partir du LST et de la température mesurée de terrain a montré une forte association, indiquant des résultats prometteurs pour l'utilisation de données de télédétection en l'absence de données mesurées de terrain.

Mots-clés : Indice de végétation par différence normalisée; Modèle numérique d'élévation; Télédétection.

WATER RESOURCE MANAGEMENT RESEARCH IN BENIN: AN ONLINE SYSTEMATIC REVIEW FOR FUTURE DIRECTION

RECHERCHE SUR LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU AU BENIN : REVUE SYSTÉMIQUE EN LIGNE POUR UNE ORIENTATION FUTURE

Ella Sede Maforikan[1], and Ali Hammani[2]

ABSTRACT

Satisfying the water demand of the population both in rural and urban area is one of the main preoccupations of the government of Benin. This can be achieved through good management of water resource. In Benin, numerous research studies on water resource management have been investigated, but there has not been a thorough systematic review on water management. Nevertheless, information is sparse and there is a need to collect, analyze the structure and characteristics of scientific publications, and to synthesize them to orientate future research. Therefore, the present study is a knowledge synthesis analysis of water management research trends by attempting to tackle the questions related to the structure and water resource management strategy in Benin. It also aims to assess the past and current state of knowledge on this subject using systematic review procedures. This systematic review has been performed using the Scopus, Web of Science, Google scholar and World Cat databases. Out of the 490 articles selected, a sample of 40 articles was used to structure the existing research on this subject. The results of this study revealed that four methods for managing water resources have been identified in rural area which included the water governance by only Private Operator, by tripartite contract, by system Production-Distribution, and by only water users association. In urban areas, the water supply is managed by the public sector (National Water Association-SONEB). The poor water resource management by local community, particularly misuse of funds, which has led to unsustainable systems, obliged Benin's government to adopt a new strategy. This new strategy consists of shifting away from community based management towards 'professionalization' and promotion of the private sector in rural and small town water management. The bureaucracies, poor water conservation practices, over- dependence on external donors, issues of transboundary water governance, lack of collaboration among water sector actors, and lack of data are some of the weaknesses that have been identified. The extension of the hydrological information system as applied in the Kara basin to other basins, the treatment of wastewater and its reuse to increase the level of the water table and water saving techniques as practiced in Morocco, are some of the measures that can be put in place to improve the system.

Keywords : Water resource; Benin; Community-based management.

RÉSUMÉ

La satisfaction de demande en eau de la population rurale aussi bien en milieu urbain est l'une des préoccupations majeures du gouvernement Béninois. Ceci n'est possible que grâce à une bonne gestion de la ressource en eau. Au Bénin, de nombreuses recherches ont porté sur la gestion des ressources en eau mais dans la littérature il n'existe pas encore un document de synthèse des connaissances sur la gestion des ressources en eau. Néanmoins, les informations sont éparpillées et il est nécessaire de collecter, d'analyser la structure et les caractéristiques des publications scientifiques, et de les synthétiser pour orienter les recherches futures. Par conséquent, la présente étude, est une synthèse des

1 PhD student, Agronomic Institute and Veterinary Hassan II, Morocco, smaforikan@gmail.com

connaissances, l'analyse des tendances de la recherche sur la gestion de l'eau en essayant d'aborder les questions relative à la structure et les stratégies de gestion des ressources en eau au Bénin. Il a aussi pour objectif d'évaluer l'état passé et actuel des connaissances sur ce sujet en utilisant l'approche de revue de littérature systématique. Cette revue systématique a été réalisée en utilisant des bases de données Scopus, Web of Science, Google Scholar et WorldCat. A partir de 490 articles sélectionnés, un échantillon de 40 articles a été utilisé pour structurer les recherches existantes sur ce sujet. Les résultats de cette étude ont révélé qu'on distingue quatre modes de gestion des ressources en eau en milieu rural. Ces modes de gestion comprennent la gouvernance de l'eau par l'Opérateur Privé, par contrat tripartite, par système Production-Distribution, et par l'association des usagers de l'eau. En milieu urbain, l'approvisionnement en eau est géré par le secteur public (Association Nationale de l'Eau-SONEB). La mauvaise gestion des ressources en eau par la communauté locale, en particulier la mauvaise utilisation des fonds, qui a conduit à des systèmes non durables, a obligé le gouvernement béninois à adopter une nouvelle stratégie. Cette nouvelle stratégie consiste à passer d'une gestion communautaire à une « professionnalisation » et à une promotion du secteur privé dans la gestion de l'eau en milieu rural et dans les petites villes. La bureaucratie, les mauvaises pratiques de conservation de l'eau, la forte dépendance à l'égard des donateurs, les problèmes de la gouvernance de l'eau transfrontalière, le manque de collaboration entre acteurs du secteur de l'eau, et le manque de donnée sont les faiblesses qui ont été identifiées dans ce secteur. L'extension du system d'information hydrologique telle qu'elle est appliqué dans le basin de kara vers les autres basins, le traitement des eaux usées et sa réutilisation pour augmenter le niveau de la nappe phréatique et les techniques d'économie d'eau telle qu'elle est pratiquée au Maroc, sont quelques-unes des mesures qui peuvent être mises en place pour améliorer le système.

Mots-clés : ressource en eau ; Bénin ; gestion communautaire.

WATER LEVEL ESTIMATION IN AGRICULTURAL OPEN CHANNEL USING CCTV IMAGE SEGMENTATION

ESTIMATION DU NIVEAU D'EAU DANS UN CANAL OUVERT AGRICOLE À L'AIDE DE LA SEGMENTATION D'IMAGES CCTV

Kwihoon Kim* [1], Maga Kim* [2], Pureun Yoon* · Jehong Bang* · Jin-Yong Choi**

ABSTRACT

A better understanding of the current consumption is required for the efficient use of agricultural water. Though ultrasonic water level gauges measure water level data in agricultural reservoirs and water channels, some errors occur due to the ultrasonic meter or the surrounding environment. Meanwhile, CV (Computer Vision) using CCTV (Closed Circuit Television) images is being spotlighted in many research fields with the progressive advances in computing technology. The objective of this study is to estimate water level in the agricultural water channels using CCTV images with CNN (Convolutional Neural Network) based models. CNN is a neural network designed considering the characteristics of images and is mainly used for image processing. Image processing using CNN is used in various fields and is excellent for segmenting images. Among the various image segmentation models, the ResNet-50 based U-Net model was applied for the image segmentation. This study used CCTV images acquired in the irrigation canal of agricultural reservoirs in the Republic of Korea. The images acquired from 10 different sites were applied for the model constitution. A total 7,228 number of images were used for the model. 70% of total data were used for the training, 10% for validation, and 20% for testing. This study applied several data augmentation techniques for robust modelling when training the model. The model`s performance was evaluated using the f1 score and the dice score. This study can help estimate the water level in agricultural channels for an auxiliary method of ultrasonic equipment in the irrigation canal.

Keywords: Water level estimation; CCTV image; CNN image segmentation.

RESUME

Il est nécessaire d'avoir une meilleure compréhension de la consommation actuelle pour une utilisation efficace de l'eau agricole. Bien que les jauges de niveau d'eau à ultrasons mesurent les données de niveau d'eau dans les réservoirs agricoles et les canaux d'eau, certaines erreurs se produisent en raison du compteur à ultrasons ou du milieu environnant**.** Parallèlement, la vision par ordinateur (Computer Vision) utilisant des images télévision en circuit fermé (Close Circuit Télévision) est mise en lumière dans de nombreux domaines de recherche avec les avances progressives de la technologie informatique. Cette étude a pour but d'estimer le niveau d'eau dans les canaux d'eau agricoles à l'aide d'images CCTV avec des modèles basés sur le réseau neuronal convoluta (CNN). Le CNN est un réseau de neurones conçu en tenant compte des caractéristiques des images et est principalement utilisé pour le traitement d'images. Le traitement d'images à l'aide de CNN est utilisé dans divers domaines et est excellent pour segmenter les images. Parmi les différents modèles de segmentation d'image, le modèle U-Net basé sur ResNet-50 a été appliqué pour la segmentation d'image.

Cette étude a utilisé des images CCTV acquises dans le canal d'irrigation des réservoirs

1 Department of Rural System Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea kgh0330@snu.ac.kr

2 Professor, Department of Rural System Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea, E-mail: iamchoi@snu.ac.kr

agricoles en République de Corée. Les images acquises à partir de 10 sites différents ont été appliquées pour la composition du modèle. En tout, 7 228 images ont été utilisées pour le modèle. 70% des données totales ont été utilisées pour la formation, 10% pour la validation et 20% pour les tests. Cette étude a appliqué plusieurs techniques d'augmentation de données pour une modélisation robuste lors de la formation du modèle. Les performances du modèle ont été évaluées à l'aide du F1 score et du score aux dés. Cette étude peut aider à estimer le niveau d'eau dans les canaux agricoles pour une méthode auxiliaire d'équipement à ultrasons dans le canal d'irrigation.

Mots clés : Estimation du niveau d'eau; Image CCTV; Segmentation d'images CNN.

PROSPECTS AND FEATURES OF IRRIGATION RESTORATION ON THE LOWER-DNIESTERS IRRIGATION SYSTEM

PERSPECTIVES ETC ARACTÉRISTIQUES DE LA RESTAURATION DE L'IRRIGATION DANS LE SYSTÈME D'IRRIGATION DU BAS-DNIESTERS

Romashchenko M.I.[1], Matiash T.V.[2], Dekhtiar O.O.[3], Shevchuk S.A.[4], Saidak R.V.[5], and Yatsyuk M.V.[6]

ABSTRACT

Ukraine is one of the countries whose natural and climatic conditions are favorable for crop growing. Almost the only limiting factor, especially in the south, in the steppe zone, is the insufficient natural water supply. Sustainable farming in this area in recent decades in view of increasing warming is only possible under irrigation.

In previous decades in the south of Ukraine a powerful irrigation complex was established, which included Kakhovska, Inguletska, Krasnoznamyanska, North-Rogachytska, Lower-Dniester and other irrigation systems, provided irrigation of over 2.0 million hectares. Unfortunately, due to various reasons caused by transformation processes, irrigation areas significantly reduced and in 2019 and only about 500 thousand hectares were irrigated, including Steppe zone of about 400 thousand hectares.

The Lower-Dniester irrigation system is one of those where the reduction in the actual irrigation area is the most significant. It was built in the 70s , provided irrigation to about 50 thousand hectares, but in 2018 less than 10 thousand hectares were irrigated there. In order to determine the prospects and ways to restore irrigation in the Lower-Dniester Irrigation System, a team from the Institute of Water Problem and Land Reclamation experts, with the support of the EBRD, conducted a financial and technical audit of its operation. Bottlenecks in public water management and public irrigation and drainage systems were identified and proposed the ways for its restoration. Restoration of the Lower-Dniester irrigation system based on the effective integration of political, legal, technological and environmental aspects will create a reliable basis for sustainable socio-economic development of the region under of climate change.

Keywords: Irrigation; Water Management; Restoration; Water supply; Irrigation rates.

RESUME

L'Ukraine est l'un des pays dont les conditions naturelles et climatiques sont favorables à la culture. Presque le seul facteur limitant, surtout au sud, dans la zone steppique, est l'insuffisance de l'approvisionnement naturel en eau. L'agriculture durable dans cette région au cours des dernières décennies, compte tenu du réchauffement croissant, n'est possible que sous irrigation.

1 Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS, Ukraine, mi.romashchenko@gmail.com
2 Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS, Ukraine, t.v.matiash@gmail.com
3 Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS, Ukraine, Oksana.Dehtiar@gmail.com
4 Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS, Ukraine, Sergey_shevchuk_@ukr.net
5 Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS, Ukraine, saidak_R@ukr.net
6 Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS, Ukraine, mv_yatsiuk@ukr.net

Au cours des décennies précédentes, au sud de l'Ukraine, un complexe d'irrigation puissant a été établi, qui comprenait Kakhovska, Inguletska, Krasnoznamyanska, North-Rogachytska, Bas-Dniestr et d'autres systèmes d'irrigation, assurant l'irrigation de plus de 2,0 millions d'hectares. Malheureusement, pour diverses raisons causées par les processus de transformation, les zones d'irrigation ont considérablement diminué et en 2019, seuls environ 500 000 hectares de terre ont été irrigués, y compris une zone de steppe ayant une superficie d'environ 400 000 hectares de terre.

Le système d'irrigation du Bas-Dniestr est l'un des systèmes où la réduction de la superficie effectivement irriguée est la plus importante. Construit dans les années 70, il a irrigué environ 50 000 hectares de terre, mais en 2018, moins de 10 000 hectares y étaient irrigués. Afin de déterminer les perspectives et les moyens de restaurer le système d'irrigation du Bas-Dniestr, une équipe d'experts de l'Institut des problèmes de l'eau et de la mise en valeur des terres, avec le soutien de la BERD, a réalisé une vérification financière et technique de son fonctionnement. Les goulots d'étranglement dans la gestion publique de l'eau et les systèmes publics d'irrigation et de drainage ont été identifiés. Les mesures ont été proposées pour sa restauration. La restauration du système d'irrigation du Bas-Dniestr basée sur l'intégration efficace des aspects politiques, juridiques, technologiques et environnementaux créera une base fiable pour le développement socio-économique durable de la région dans les conditions du changement climatique.

Mots clés : Irrigation; Gestion de l'eau; Restauration; Approvisionnement en eau; Taux d'irrigation.

THE VIRTUAL IRRIGATION ACADEMY: A LEARNING AND GOVERNANCE SYSTEM FOR SMALLHOLDER IRRIGATORS

ACADÉMIE VIRTUELLE D'IRRIGATION : SYSTÈME D'APPRENTISSAGE ET DE GOUVERNANCE DESTINE AUX PETITS IRRIGANTS

Dr Richard Stirzaker[1]

ABSTRACT

The Virtual Irrigation Academy (VIA) was established in response to the poor adoption of soil water monitoring tools by commercial irrigators. The technological optimism that water management was essentially a 'data problem' that would be solved by a measuring device, has not materialised. The VIA puts forward an approach that combines farmer learning with simple monitoring tools that give farmers feedback on their management decisions, such as how deep the irrigation water penetrated into the root zone, whether the soil is wet, moist or dry and the change in nitrate and salt levels.

The VIA has developed a suite of inexpensive but accurate soil water and solute monitoring tools that give output as colours, which are thresholds for action. The Chameleon sensor gives output as blue (wet soil), green (moist soil) or red (dry soil). Since it measures soil tension rather than soil water content, no calibration is needed for different soil types. The Wetting Front Detector captures a soil water sample from infiltrating water, which is used for nitrate and salt monitoring. Data is presented as colour patterns on the VIA platform at https://via.farm/. Colour is a universal language that connects the knowledge domains of scientists and farmers into a unified learning system. Tens of thousands of VIA sensors are now used across 20 countries.

The VIA is built on two premises. First, farmers develop experiential knowledge to overcome local constraints, and this knowledge is largely untapped. By displaying information in a way that less literate farmers can understand and respond to, we capture their experiential knowledge and the innovation that flows from new understanding. Second, a learning community can be built by combining the tacit knowledge of farmers with the explicit knowledge from science. This learning can then provide as a basis for the governance of the water resource.

Based on our surveys covering over 1000 crops in Malawi and Tanzania, nearly 70% of smallholder farmers said their yields had increased after using the equipments for one or two seasons, despite problems of pests and diseases and low use of purchased inputs that characterise these schemes. Three quarters of irrigators reported saving in water. The most common experience was that farmers saw that their fields were wetter than they expected. For farmers with WFDs, the rapid change of the nitrate test strip from purple (high nitrate) to white (low nitrate) also made a dramatic impact. Many farmers were able to connect these two observations i.e. too much water keeps the Chameleon blue and leaches the nitrate.

These observations have revealed new opportunities, which in turn triggered a cascade of other changes. Many farmers skipped scheduled irrigation dates. In most cases, the outcome was a healthier crop and less conflict over perceived shortages of water across the scheme. Other benefits includes saving in time, which then allowed more time for weeding and other good agronomic practices. Scheme management committees observed that the benefits to the scheme as a whole were greater than the sum of participating farmers, because it allowed them to optimise water delivery.

1 CSIRO Agriculture and Food, Clunies Ross Street, Canberra, Australia, 2601, Richard.Stirzaker@csiro.au

Keywords: VIA, Chameleon sensor; Wetting Front Detector; Social learning.

RESUME

L'Académie virtuelle d'irrigation (VIA) a été créée en réponse à la faible adoption des outils de surveillance de l'eau du sol par les irrigants commerciaux. L'optimisme technologique selon lequel la gestion de l'eau était essentiellement un « problème de données » qui serait résolu par un appareil de mesure, ne s'est pas concrétisé. Le VIA propose une approche de combiner l'apprentissage des agriculteurs en utilisant des outils de suivi simples qui donnent aux agriculteurs des informations sur leurs décisions de gestion, telles que la profondeur à laquelle l'eau d'irrigation a pénétré dans la zone racinaire, si le sol est mouillé, humide ou sec et le changement de nitrate et les niveaux de sel.

Le VIA a mis au point une série d'outils de surveillance de l'eau et des solutés du sol, peu coûteux mais précis, qui donnent des résultats sous forme de couleurs, qui sont des seuils d'intervention. Le capteur Chameleon donne des résultats en bleu (sol mouillé), vert (sol humide) ou rouge (sol sec). Puisqu'il mesure la tension du sol plutôt que la teneur en eau du sol, aucun étalonnage n'est nécessaire pour différents types de sol. Le détecteur de façade mouillée (DFM) capture un échantillon d'eau du sol à partir de l'eau d'infiltration, qui est utilisé pour la surveillance des nitrates et du sel. Les données sont présentées sous forme de modèles de couleur sur la plate-forme VIA à l'adresse https://via.farm/. La couleur est un langage universel qui relie les domaines de connaissances des scientifiques et des agriculteurs dans un système d'apprentissage unifié. Des dizaines de milliers de capteurs VIA sont désormais utilisés dans 20 pays.

Le VIA est construit sur deux prémisses. Premièrement, les agriculteurs développent des connaissances expérientielles pour surmonter les contraintes locales, et ces connaissances sont largement inexploitées. En affichant les informations d'une manière que les agriculteurs moins alphabétisés peuvent comprendre et réagir, nous prenons leurs connaissances expérientielles et l'innovation qui découle d'une nouvelle compréhension. Deuxièmement, une communauté d'apprentissage peut être mise en place en combinant les connaissances tacites des agriculteurs avec les connaissances explicites de la science. Cet apprentissage peut alors servir de base à la gouvernance de la ressource en eau.

Sur la base de nos enquêtes couvrant plus de 1000 cultures au Malawi et en Tanzanie, près de 70% des petits agriculteurs ont déclaré que leurs rendements avaient augmenté après avoir utilisé les équipements pendant une ou deux saisons, malgré les problèmes des insectes nuisibles et des maladies et la faible utilisation des intrants achetés qui caractérisent ces systèmes. Les trois quarts des irrigants ont constaté l'économie de l'eau. Selon l'expérience la plus courante, les agriculteurs ont constaté que leurs champs étaient plus humides que prévu. Pour les agriculteurs équipés de Le détecteur de façade mouillée (DFM), le changement rapide de la bande d'essai de nitrate du violet (nitrate élevé) au blanc (nitrate faible) a également exercé un impact considérable. De nombreux agriculteurs ont pu relier ces deux observations, c'est-à-dire que trop d'eau maintient le caméléon bleu et lessive le nitrate.

Ces observations ont révélé de nouvelles opportunités, qui à leur tour ont provoqués une cascade d'autres changements. De nombreux agriculteurs ont sauté les dates d'irrigation prévues. Dans la plupart des cas, il a donné lieu à une culture plus saine et moins de conflits liés aux pénuries d'eau perçues dans l'ensemble du périmètre. D'autres avantages comportent le gain de temps, qui a ensuite laissé plus de temps pour le désherbage et d'autres bonnes pratiques agronomiques. Les comités de gestion du système ont observé que les avantages du système dans son ensemble étaient supérieurs à la somme des agriculteurs participants, car il leur a permis d'optimiser l'approvisionnement en eau

Mots clés : VIA: Capteur caméléon; Détecteur de façade mouillée; Apprentissage social.

USING GEOSYNTHETICS IN IRRIGATION CANALS (CASE STUDY OF IRRIGATION CANALS IN KHUZESTAN PROVINCE-IRAN)

UTILISATION DE GÉOSYNTHÉTIQUES DANS LES CANAUX D'IRRIGATION (ÉTUDE DE CAS DES CANAUX D'IRRIGATION DANS LA PROVINCE DE KHUZESTAN-IRAN)

Pashmforoosh, Maryam [1], Khodabakhshi, Hamidreza [2], Esmaelzade, Farshad [3]

ABSTRACT

Iran is located in dry and semi-dry region and today lack of freshwater resources is one of the biggest issues and challenges faced by the country. Therefore, proper management of existing water resources is very vital. About 90% of the country's water consumption is in the agricultural sector; hence, prevention or reduction of water losses caused by seepage, by waterproofing canals can be an important and effective step to prevent losses of this valuable resource and thereby reducing the related cost. One popular method used for waterproofing irrigation canals all over the world for 70 years is using the impermeable geosynthetics such as all types of geomembranes and geocomposites. There are extensive irrigation and drainage networks in Khuzestan province (southwest of Iran). Excessive seepage from some of these canals has resulted in high water losses which leads to poor water use efficiency. Over the past 20 years, various coatings such as HDPE geomembrane, bitumen geomembrane (PBGM, ISOGAM®), GCL (Geosynthetic clay liner) and GM-GCL (GCL with geomembrane) have been used under the concrete lining of irrigation canals with different specifications. These materials are different in terms of installation method and performance, which are reviewed and compared in this paper.

Keywords: Irrigation canal; Geosynthetic; Seepage; Waterproofing; Water loss.

RÉSUMÉ

L'Iran est situé dans une région sèche et semi-sèche et aujourd'hui Le manque de ressources en eau douce est l'un des plus grands problèmes et défis auxquels notre pays est confronté. Par conséquent, une bonne gestion des ressources en eau existantes est très vitale. Environ 90% de la consommation d'eau du pays est dans le secteur Agricole; ; par conséquent, la prévention ou la réduction des pertes d'eau causées par les infiltrations, en imperméabilisant les canaux, peut être une étape importante et efficace pour prévenir les pertes de ce matériau précieux et réduire les coûts associés. Une méthode populaire utilisée pour l'imperméabilisation des canaux d'irrigation dans le monde entier depuis 70 ans consiste à utiliser les géosynthétiques imperméables tels que tous les types de géomembranes et géocomposites. Il existe de vastes réseaux d'irrigation et de drainage dans la province du Khuzestan (sud-ouest de l'Iran). Les infiltrations excessives de certains de ces canaux ont entraîné des pertes d'eau élevées, ce qui entraîne une faible efficacité de transfert. Au cours des 20 dernières années, divers revêtements tels que la géomembrane en HDPE, la géomembrane en bitume (PBGM, ISOGAM®), le GCL (revêtement d'argile géosynthétique et le GM-GCL (GCL avec géomembrane) ont été utilisés sous le revêtement en béton des canaux avec différentes spécifications. Ces matériaux sont différents en termes de méthode d'installation et de performances, qui sont examinées et comparées dans cet article.

Mots clés : Canal d'irrigation - géosynthétique - infiltration - étanchéité - Perte d'eau.

1 Head of Civil & hydraulics division in irrigation & drainage networks planning & development of Khuzestan Water & Power Authority Co. (KWPA), Email: Maryam_mpf@yahoo.com

2 Deputy of Development and Operation of Dams, Email: Hamid2000@yahoo.com

3 Manager of Karkheh Bureau in irrigation & drainage networks planning & development of KWPA, Email: Feridani0220@gmail.com

CHANGES AND VARIABILITY OF PRECIPITATION AND TEMPERATURE IN THE GUNA TANA WATERSHED, UPPER BLUE NILE BASIN, ETHIOPIA

CHANGEMENTS ET VARIABILITÉ DES PRÉCIPITATIONS ET DE LA TEMPÉRATURE DANS LE BASSIN VERSANT DE GUNA TANA, BASSIN SUPÉRIEUR DU NIL BLEU, ÉTHIOPIE

Meseret Dawit[1], [3]*, Megersa Dinka[1], Afera Halefom[2], Asirat Teshome[2], Ermias Sisay[2], Biruk Shewayirga[2], and Mihret Dananto[4]

ABSTRACT

This paper studies the spatial and temporal variability of the statistical structures of precipitation in Guna Tana watershed, Upper Blue Nile, Ethiopia, by analysing the time series of temperature and precipitation from six weather stations during the period from 1990 to 2016. Inverse distance weight, precipitation concentration index and MK test statics used to detect annual and seasonal precipitation concentrations and the associated spatial patterns. The results show that precipitation concentration index mainly observed in Guna Tana watershed in which about 83.33% and 16.67% were the uniform concentration of precipitation and strong irregularity of precipitation distribution observed in the kiremt seasons' rainfall. The demonstration using Mann–Kendall trend test depicted that the most parts of Guna Tana watershed is characterized by variability of precipitation and temperature. The results reveal that significant trends in average rainfall observed (both positive and negative trends). Those significantly decreasing trends of average monsoon rainfall have the highest value of decreasing slope (i.e., −1.88 mm/year) for Luwaye station and percentage change of -31.07% in Bega Season. Decreasing slopes (-0.14°C/year) and percentage change (-22.79 %) were observed in Luwaye station at the average annual minimum temperature and increasing Sen's slope temperature recorded at 24.64 °C/ year and percentage changes at 0.136% in 10% level of significance at Woreta station in average annual minimum temperature.

Keywords: Guna Tana; Variablity; Precipitation index.

RESUME

Cet article étudie la variabilité spatiale et temporelle des structures statistiques des précipitations dans le bassin versant de Guna Tana, Haut Nil Bleu, Éthiopie, en analysant les séries chronologiques de température et de précipitations de six stations météorologiques au cours de la période de 1990 à 2016. Le poids de distance inverse, l'indice de concentration des précipitations et la statique du test MK utilisés pour détecter les concentrations de précipitations annuelles et saisonnières et les modèles spatiaux associés. Les résultats montrent que l'indice de concentration des précipitations principalement observé dans le bassin versant de Guna Tana dans lequel environ 83,33% et 16,67% étaient la concentration

1 Department of Civil Engineering Sciences, Faculty of Engineering and the Built Environment, University of Johannesburg APK Campus, P. O. Box 524, Auckland Park 2006, Johannesburg, South Africa.;

2 Department of Hydraulic and Water Resourcing Engineering, Debre Tabor University, Debre Tabor, Ethiopia

3 Institute of Technology, School of Water Resource and Environmental Engineering, Haramaya University, P. O. Box 138, Dire Dawa, Ethiopia;

4 Department of Water Supply and Environmental Engineering, Institute of Technology, Hawassa niversity, Hawassa, Ethiopia.

Corresponding author: mesedawit@gmail.com

uniforme des précipitations et la forte irrégularité de la distribution des précipitations observées dans les précipitations des saisons kiremt. La démonstration utilisant le test de tendance de Mann-Kendall a montré que la plupart des parties du bassin versant de Guna Tana sont caractérisées par la variabilité des précipitations et de la température. Les résultats révèlent que des tendances significatives dans les précipitations moyennes ont été observées (tendances positives et négatives) Ces tendances significatives à la baisse des précipitations moyennes de mousson ont la valeur la plus élevée de pente décroissante (c'est-à-dire -1,88 mm/an) pour la station de Luwaye et un changement en pourcentage de -31,07% dans la saison Bega. Des pentes décroissantes (-0,14 °C/an) et des changements en pourcentage (-22,79 %) ont été observés dans la station de Luwaye à la température minimale annuelle moyenne et une augmentation de la température de la pente de Sen enregistrée à 24,64 °C/an et des changements en pourcentage à 0,136 % au niveau de signification de 10% dans la station de Woreta à la température minimale annuelle moyenne.

Mots-clés : Guna Tana; Variabilité; Indice de précipitation.

DEVELOPMENT OF RAINFALL INTENSITY-DURATION-FREQUENCY (IDF) CURVES FOR SRI LANKA TO BE USED IN WATER RESOURCES DEVELOPMENT

DÉVELOPPEMENT DES COURBES D'INTENSITÉ-DURÉE-FRÉQUENCE (IDF) DE PRECIPITATION AU SRI LANKA À UTILISER POUR LE DÉVELOPPEMENT DES RESSOURCES EN EAU

Eng. (Ms) Gunawardana[1], Aluthge Dona Suhajinee [1]

ABSTRACT

IDF curves represent the frequency of a given rainfall intensity over a specified duration of storm at a certain location or a climate zone. These curves are developed using available rainfall records over a reasonable number of years. The usage of IDF curves is mainly for the development of water resources such as reservoir planning, urban drainage design and also in forecasting of floods.

History of IDF curves goes as far back as 1932. Since then many countries have developed IDF curves considering available rainfall records using various statistical methods. Initiation of IDF curves for Sri Lanka can be considered as the attempt made by Baghirathan and Shaw [2] in 1979. In this attempt data of 19 stations ranging from 8-24 years were considered. Eng.D.G.L.Ranatunga has continued Baghirathan's work in Irrigation Department and the outcome was included in the publication "Design of Irrigation Headworks for Small Catchment" in 1984 by Eng.A.J.P.Ponrajah [1] of Irrigation Department. Later a few more researchers have updated IDF curves in certain other locations of the country from time to time. Almost all the researchers confirmed that the Gumbel Distribution fits well with annual maximum series.

The publication of IDF curves by the Irrigation Department mentioned above [1] has considered six different climatic zones covering the entire Island. Since then it was widely used in planning and design of water resource development in Sri Lanka.

The recent update discussed here is based on 19 different locations considering about 65 years of rainfall data covering main cities of the Island. This paper discusses the updated IDF curves for 19 different locations covering entire country and findings are compared with the previous research work discussed above.

Keywords : IDF Curves; Gumbel Distribution; Water Resource Development.

RESUME

Les courbes IDF représentent la fréquence d'une intensité de pluie donnée sur une durée spécifiée de tempête à un certain endroit ou une zone climatique. Ces courbes sont élaborées à partir des relevés pluviométriques disponibles sur un nombre raisonnable d'années. L'utilisation des courbes IDF est principalement pour le développement des ressources en eau telles que la planification des réservoirs, la conception du drainage urbain et également dans la prévision des inondations.

1 Chief Engineer (Project Planning & Design), Irrigation Department, Sri Lanka, suhajinee@gmail.com.

L'histoire des courbes IDF remonte à 1932. Depuis lors, de nombreux pays ont développé des courbes IDF en tenant compte des documents de précipitations disponibles en utilisant diverses méthodes statistiques. L'initiation des courbes IDF au Sri Lanka peut être considérée comme la tentative faite par Baghirathan et Shaw [2] en 1979. Dans cette tentative, les données de 19 stations allant de 8 à 24 ans ont été prises en compte. L'Ing.D.G.L. Ranatunga a poursuivi le travail de Baghirathan au Département de l'Irrigation et le résultat a été inclus dans la publication «Design of Irrigation Headworks for Small Catchment» en 1984 par l'Ing.A.J.P. Ponrajah [1] du Département de l'Irrigation. Plus tard, quelques autres chercheurs ont mis à jour de temps en temps les courbes IDF dans certains autres endroits du pays. Presque tous les chercheurs ont confirmé que la distribution de Gumbel correspond bien aux séries maximales annuelles.

La publication des courbes IDF par le Département de l'Irrigation mentionnée ci-dessus [1] a considéré six zones climatiques différentes couvrant l'ensemble de l'île. Depuis lors, il a été largement utilisé dans la planification et la conception du développement des ressources en eau au Sri Lanka.

La récente mise à jour discutée ici se base sur 19 emplacements différents considérant environ 65 ans de données pluviométriques couvrant les principales villes de l'île. Cet article traite des courbes IDF mises à jour pour 19 emplacements différents couvrant l'ensemble du pays et les résultats sont comparés aux travaux de recherche antérieurs évoqués ci-dessus.

Mots-clés : Courbes IDF; Distribution de Gumbel; Développement des ressources en eau.

EVALUATION OF SATELLITE PRECIPITATION PRODUCTS THROUGH HYDROLOGICAL SIMULATION IN DATA SCARCE ENVIRONMENT

ÉVALUATION DES PRODUITS DE PRÉCIPITATIONS SATELLITAIRES PAR LA SIMULATION HYDROLOGIQUE DANS UN ENVIRONNEMENT PAUVRE EN DONNÉES

Hafiz, Kashif, Muhammad[1], Masood Muhammad[2], Nabi Ghulam[3], Naveed Muhammad[4], and Awais Zafar Muhammad[5]

ABSTRACT

Watershed management necessitates hydrological modelling mainly when input datasets are inadequate. Precipitation recorded by ground-based rain gauges is a critical input for hydrological modelling. However, these rain gauges are often sparse in extreme geographical variable terrain, adding uncertainty to hydrological modelling. As a result, precipitation data estimated by satellites is used to supplement gauge observations. This study evaluated three high-resolution Multi-satellite precipitation products, i.e., the Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM (IMERG), Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) and Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS) statistically and hydrologically in Chenab River catchment. Categorical statistical metrics applied were probability of detection (POD), critical success index (CSI) and false alarm ratio (FAR). Continuous statistical metrics used were correlation coefficient (CC), root mean square error (RMSE) and Bias (B). Hydrologic evaluation was done using Integrated Flood Analysis System (IFAS) to assess the effectiveness of selected satellite precipitation datasets for streamflow simulation. The model was calibrated using the GSMaP precipitation data sets. The hydrological performance of the used satellite precipitation products was assessed through statistical indicators "Coefficient of Determination" (R2), "Nash–Sutcliffe Efficiency" (NSE), and "Percent Bias" (PBIAS) between the observed and simulated flows. Finally, Satellite-based precipitation datasets were evaluated through flow duration curve (FDC). Statistical evaluation revealed that GSMaP's ability to detect rainfall was superior to those of other products when making daily rainfall estimations. IMERG secured second position and CHIRPS at the end with higher bias, RMSE, FAR and lower CC, POD, CSI values. The graphical presentation of hydrological evaluation indicated a bit identical performance of used satellite precipitation products, lacking in simulating the flood peaks exceeding than 3000 cumecs for the monsoon period of 2017. However, the statistical assessment of hydrologic simulation depicted better performance of GSMaP among the used satellite products with highest R^2 (0.85), NSE (0.80) and lowest PBIAS (0.16) values respectively. FDC results showed that the used satellite datasets has relatively poor performance in capturing extreme flooding conditions. While considering the medium flow, in the range of 20% to 40% exceedance time, all datasets showed excellent performance.

Keywords: Hydrological modelling, Satellite precipitation; IFAS; Chenab River; Data scarce.

1 Lecturer, The University of Lahore, Pakistan, mkashi.ce@gmail.com.
2 Assistant Professor, Centre of Excellence in Water Resources Engineering, UET, Lahore, Pakistan, chmasoud@gmail.com.
3 Associate Professor, Centre of Excellence in Water Resources Engineering, UET, Lahore, Pakistan, gnabi60@yahoo.com.
4 Lecturer, The University of Lahore, Pakistan, cheemanaveedcheema@gmail.com.
5 Lecturer, Centre of Excellence in Water Resources Engineering, UET, Lahore, Pakistan, a.zafar@uet.edu.pk

RESUME

La gestion des bassins versants exige une modélisation hydrologique principalement lorsque les ensembles de données d'entrée sont inadéquats. Les précipitations enregistrées par les pluviomètres au sol sont une donnée essentielle pour la modélisation hydrologique. Cependant, ces pluviomètres sont souvent rares dans les terrains extrêmement variables géographiques, ce qui ajoute de l'incertitude à la modélisation hydrologique. Par conséquent, les données sur les précipitations estimées par les satellites sont utilisées pour compléter les observations faites par les pluviomètres. Cette étude a évalué de manière statistique et hydrologique trois produits de précipitation multi-satellites à haute résolution, à savoir la Récupération multisatellite intégrée pour GPM (IMERG), la Cartographie mondiale des précipitations par satellite (GSMaP) et le Groupe sur les risques climatiques Précipitations infrarouges avec données de station (CHIRPS) dans le bassin versant de la rivière Chenab. Les mesures statistiques catégoriques appliquées étaient la probabilité de détection (POD), l'indice critique de succès (CSI) et le taux de fausse alarme (FRA). Les mesures statistiques continues utilisées étaient le coefficient de corrélation (CC), l'erreur quadratique moyenne (RMSE) et le biais (B). Les performances hydrologiques des produits de précipitations satellitaires utilisés ont été évaluées à l'aide d'indicateurs statistiques «Coefficient de détermination» (R2), «Efficacité Nash-Sutcliffe» (NSE) et «Biais en pourcentage» (PBIAS) entre les débits observés et simulés. Enfin, les ensembles de données satellitaires sur les précipitations ont été évalués à l'aide de la courbe de durée du débit (FDC). L'évaluation statistique a révélé que la capacité du GSMaP à détecter les précipitations était supérieure à celle d'autres produits lors de l'estimation des précipitations journalières. IMERG a obtenu la deuxième position et CHIRPS à la fin avec des valeurs plus élevées de biais, RMSE, FAR et des valeurs plus faibles de CC, POD, CSI. La présentation graphique de l'évaluation hydrologique a indiqué des performances un peu identiques des produits de précipitations satellitaires utilisés, ne simulant pas les sommets de la crue supérieurs à 3000 cumecs pour la période de mousson de 2017. Cependant, l'évaluation statistique de la simulation hydrologique a montré une meilleure performance du GSMaP parmi les produits satellites utilisés avec les valeurs plus élevées de R^2 (0,85), NSE (0,80) et les valeurs plus faibles de PBIAS (0,16) respectivement. Les résultats de la FDC ont montré que les ensembles de données satellitaires utilisés ont des performances relativement médiocres pour capturer les conditions d'inondation extrêmes. En considérant le débit moyen, dans la gamme de 20% à 40% de temps de dépassement, tous les ensembles de données ont montré une excellente performance.

Mots clés : Modélisation hydrologique; Précipitations satellitaires; IFAS; Rivière Chenab; Données rares.

IRRIGATION WATER MANAGEMENT FOR INCREASING AGRICULTURAL PRODUCTIVITY IN GOMAL ZAM DAM COMMAND AREA[1]

GESTION DE L'EAU D'IRRIGATION POUR AUGMENTER LA PRODUCTIVITÉ AGRICOLE DE LA ZONE DE COMMANDE DU BARRAGE DE GOMAL ZAM

M. Akhtar Bhatti[2]

ABSTRACT

The Government of Khyber Pakhtunkhwa province of Pakistan is implementing a Comprehensive Development Strategy (CDS) in the province with a key focus on the development of water and agriculture sectors. The Gomal Zam Dam Command Area Development Project (GZD-CADP) is one of its initiatives. The main objective of the GZD-CADP is to develop irrigated agriculture on 191,139 acres of the command area known for Spate irrigation (*Ruhd Kohi*). The Gomal Zam Dam Project Command Area is comprised of D.I. Khan and Tank, the south most districts of Khyber Pakhtunkhwa province lying between 31°.15' and 33°.45' North latitude and 70°.25' and 72°.50' East longitude at an elevation of 173 m above the mean sea level. Most of the command area is dry alluvial plain commonly referred to as "Daman". The *RuhdKohi* (Spate Irrigation) runs on sudden surges of high volumes of run-off water (carrying high sediment loads) from steep hills after rains in the catchment area having structures for diversion of flood water into channels network and basin storage for regulation. The system functions by managing water and sedimentation according to agreed water rights among farmers along the system. It is based on *Kulyat Riwajat* (Formulae and Traditions) governing this system ever since the Pashtun tribes moved into Damaan.

The command area (191,000 ha) has generally fertile silty loam soils formed over the centuries through deposition of silt carried by floods. The present economy of the area is primarily based on agriculture. The present agriculture production is low due to its dependency on the seasonal availability of flood water. The weather of the project area is hot in summer and moderately cold in winter. Two crops can be grown each in Rabi and Kharif seasons and there is potential to grow three crops by adapting short-duration crops especially vegetables and using high efficiency irrigation techniques. Livestock is an integral part of the economy. However, lack of scientific knowledge and practices are limiting the potential role of livestock. The irrigation system downstream will provide about 325,000 acre-feet of water annually to irrigate 191,139 acres of farm land in the command area. Due to insufficient water to irrigate the command area, the irrigation system has been designed on the concept of water deficit irrigation to benefit maximum area / users and is designed for an average of 85% cropping intensity per annum. In order to enhance the productivity of available water, high efficiency irrigation systems, improved furrow irrigation on laser leveled fields or drip irrigation options have been included in the project interventions. A weekly rotational (Warabundi) schedule is implemented by the Irrigation Department in collaboration with the water users of each outlet command. The schedule will ensure that each water use receives his share of water every week at specified time as per his water right area efficiently. This paper evaluates the project interventions including the concept of the irrigation system design using Deficient Irrigation on water productivity in the Command Area.

1 Paper submitted for presentation at 24th ICID International Congress October 2022, Adelaide, Australia

2 Ex-Land and Water Officer and Ex-Tam Leader, USAID funded Gomal Zam Dam Feasibility Study and Master Plan, D. I. Khan, Pakistan

Keywords : Irrigation water management; Deficit irrigation; Irrigation water productivity; Increased agriculture production; Farmers awareness and training.

RESUME

Le gouvernement de la province de Khyber Pakhtunkhwa au Pakistan met en œuvre une stratégie de développement global (CDS) dans la province avec un accent particulier sur le développement des secteurs de l'eau et de l'agriculture. Le projet de développement de la zone de commande du barrage de Gomal Zam (GZD-CADP) est l'une de ses initiatives. L'objectif principal du GZD-CADP est de développer l'agriculture irriguée sur 191 139 acres de la zone de commande connue pour l'irrigation par épandage des eaux de crue (Ruhd Kohi). La zone de commande du projet de barrage de Gomal Zam comprend D.I. Khan et Tank, les districts les plus au sud de la province de Khyber Pakhtunkhwa situés entre 31°.15' et 33°.45' de latitude nord et 70°.25' et 72°.50' de longitude est à une altitude de 173 m au-dessus de niveau moyen de la mer. La partie majeure de la zone de commande est une plaine alluviale sèche couramment appelée «Daman». Le RuhdKohi (irrigation par épandage des eaux de crue) fonctionne sur des poussées soudaines de volumes élevés d'eau de ruissellement (portant de fortes charges de sédiments) des collines escarpées après les pluies dans le bassin versant ayant des structures pour le dérivation des eaux de crue dans le réseau de canaux et le stockage du bassin pour le règlement. Le système fonctionne en gérant l'eau et la sédimentation conformément aux droits d'eau convenus entre les agriculteurs le long du système. Il se base sur Kulyat Riwajat (formules et traditions) régissant ce système depuis que les tribus pachtounes se sont installées à Damaan.

La zone de commande (191 000 ha) possède des sols limoneux généralement fertiles formés au cours des siècles par le dépôt de limon transporté par les inondations. L'économie actuelle de la région repose principalement sur l'agriculture. La production agricole actuelle est faible en raison de sa dépendance à la disponibilité saisonnière des eaux de crue. Le climat de la zone du projet est chaud en été et modérément froid en hiver. Deux cultures peuvent être cultivées chacune pendant les saisons de Rabi et de Kharif et il est possible de cultiver trois cultures en adaptant les cultures de courte durée, en particulier les légumes, et en utilisant des techniques d'irrigation à haut rendement. L'élevage fait partie intégrante de l'économie. Cependant, le manque de connaissances scientifiques et de pratiques limite le rôle potentiel de l'élevage. Le système d'irrigation en aval fournira environ 325 000 acres-pieds d'eau par an pour irriguer 191 139 acres de terres agricoles dans la zone de commande. En raison du manque d'eau pour irriguer la zone de commande, le système d'irrigation a été conçu sur le concept d'irrigation déficitaire pour bénéficier au maximum de la superficie/des utilisateurs et est conçu pour une intensité de culture moyenne de 85% par an. Afin d'améliorer la productivité de l'eau disponible, des systèmes d'irrigation à haut rendement, une meilleure irrigation par sillons sur des champs nivelés au laser ou des options d'irrigation goutte à goutte ont été inclus dans les interventions du projet. Un programme de rotation hebdomadaire (Warabundi) est mis en œuvre par le Département de l'Irrigation en collaboration avec les usagers de l'eau de chaque point de commande. La programmation garantira que chaque utilisation de l'eau reçoive sa part d'eau chaque semaine à une heure précise selon sa zone de droit d'eau de manière efficace. Cet article évalue les interventions du projet, y compris le concept de la conception du système d'irrigation utilisant l'irrigation déficitaire sur la productivité de l'eau dans la zone de commande.

Mots Cles : Gestion De L'eau D'irrigation; Irrigation Deficitaire; Productivite De L'eau D'irrigation; Augmentation De La Production Agricole; Sensibilisation Et Formation Des Agriculteurs.

IRRIGATION AND FERTILISATION MANAGEMENT PRACTICE FOR SMALLHOLDER FARMERS IN SURFACE IRRIGATED FIELD

PRATIQUES DE GESTION DE L'IRRIGATION ET DE LA FERTILISATION POUR LES PETITS EXPLOITANTS AGRICOLES DANS LES CHAMPS IRRIGUÉS DE SURFACE

Mr. Sun Xiulu[1], Dr Henk Ritzema[2], and Dr Jos van Dam[3]

ABSTRACT

Irrigation and fertilisation are vital to increasing crop yield, but applications often exceed crop requirements. In the North China Plain (NCP), excessive fertilisation under inefficient irrigation practices depletes the scarce water resources and contributes to non-point pollution. Surface irrigation and broadcast fertilisation are widely used but poorly managed by small holder farmers in the NCP. Thus, better understanding the current situation and providing feasible strategies for small holders' adoption is essential to improve farming management practices. Therefore, the objective of this paper was to develop practical scenarios of irrigation and fertilisation based on the agro-hydrological process and farmers' technology preferences. The research particulate focused on water and nitrogen using efficiency and practical strategy in the optimisation.

We conducted a two-year experiment considering water and fertiliser application based on farmers' conventional practices from 2018 to 2019. Also, an integrated model with WinSRFR and SWAP was applied to investigate the effect of various farming practices on resources using efficiency. Furthermore, the optimal practices based on simulation were proposed to as the best alternative practices. This comprehensive assessment will consolidate the research findings with farmers' knowledge. The results showed that the models offered satisfactory accuracy compared with field-measured data. Current irrigation and fertilisation strategies resulted in low irrigation performance, especially during the wheat season.

On the one hand, we found that both resources using efficiency and N leaching were closely related to irrigation. On the other hand, nitrogen (N) leaching significantly correlated with the current fertilisation method and application rate. It is recommended that farmers reduce the irrigation volume by increasing inflow rates or reducing cut-off time and strengthen the observation of precipitation and soil conditions to adjust the irrigation/fertigation schedule. We further concluded that consideration of farmers' concerns is critical, and evidence-based guidelines are needed to help farmers improve farming practices.

Keywords: Irrigation; Fertilisation; Smallholder farming; SWAP; WinSRFR.

RESUME

L'irrigation et la fertilisation sont essentielles pour augmenter le rendement agricole, mais les applications dépassent souvent les besoins agricoles. Dans la plaine de Chine du Nord (NCP), une fertilisation excessive dans le cadre de pratiques d'irrigation inefficaces épuise les ressources en eau rares et contribue à la pollution non-ponctuelle. L'irrigation de surface

1 PhD Candidate, Institute of Farmland Irrigation of Chinese Academy of Agricultural Sciences. China. Email: sunxiulu@caas.cn; xiulu.sun@wur.nl
2 Associate Prof., Wageningen university & Research. the Netherlands. Email: henk.ritzema@wur.nl
3 Associate Prof., Wageningen university & Research. the Netherlands. Email: josvandam@wur.nl

et la fertilisation à la volée sont largement utilisées mais mal gérées par les petits exploitants agricoles du NCP. Ainsi, il est nécessaire d'avoir une meilleure compréhension de la situation actuelle et la fourniture des stratégies réalisables pour l'adoption par les petits exploitants pour améliorer les pratiques de gestion agricole. Par conséquent, cet article visait à développer des scénarios d'ordre pratique d'irrigation et de fertilisation basés sur le processus agro-hydrologique et les préférences technologiques des agriculteurs. La recherche particulaire s'est concentrée sur l'eau et l'azote en utilisant l'efficacité et la stratégie d'ordre pratique dans l'optimisation.

Nous avons mené une expérience de deux ans en considérant l'application d'eau et d'engrais sur la base des pratiques conventionnelles des agriculteurs de 2018 à 2019. En outre, un modèle intégré avec WinSRFR et SWAP a été appliqué pour étudier l'effet de diverses pratiques agricoles sur l'efficacité de l'utilisation des ressources. De plus, les pratiques optimales basées sur la simulation ont été proposées comme les meilleures pratiques alternatives. Cette évaluation complète consolidera les résultats de la recherche avec les connaissances des agriculteurs. Les résultats ont montré que les modèles offraient une précision satisfaisante par rapport aux données mesurées sur le terrain. Les stratégies actuelles d'irrigation et de fertilisation ont entraîné de faibles performances d'irrigation, en particulier pendant la saison du blé.

D'une part, nous avons constaté que les ressources utilisant l'efficacité et le lessivage de N étaient étroitement liées à l'irrigation. D'autre part, le lessivage de l'azote (N) était significativement corrélé à la méthode de fertilisation et au taux d'application actuels. Il est recommandé aux agriculteurs de réduire le volume d'irrigation en augmentant les taux d'afflux ou en réduisant le temps limite et de renforcer l'observation des précipitations et des conditions du sol pour ajuster la programmation d'irrigation/Fert irrigation. Nous avons en outre conclu que la prise en compte des préoccupations des agriculteurs est essentielle et que des directives fondées sur des preuves sont nécessaires pour aider les agriculteurs dans l'amélioration de leurs pratiques agricoles.

Mots clés : Irrigation; Fertilisation; Petite exploitation agricole; ÉCHANGER; WinSRFR.

APPLICATIONS OF COPERNICUS SATELLITES TO SERVICE LOW IMPACT AGRICULTURE IN AUSTRALIA: THE COALA H2020 PROJECT

APPLICATIONS DES SATELLITES COPERNICUS AU SERVICE DE L'AGRICULTURE À FAIBLE IMPACT EN AUSTRALIE : LE PROJET COALA

Prof D'Urso, Guido[1]; Dr De Michele, Carlo[2] ; Dr Vuolo, Francesco[3] ; Prof Ryu, Dongryeol [4]; Prof Metternicht, Graciela[5] ; Prof Calera, Alfonso[6] ; and Dr Osann, Anna[7]

ABSTRACT

COALA (https://www.coalaproject.eu/) is a project funded by the Horizon 2020 programme of the European Union with the aim of developing Copernicus Earth Observation (EO)-based information services for irrigation and nutrient management in Australia, building on consolidated experience of past EU projects such as FATIMA (http://fatima-h2020.eu/) and DIANA (https://diana-h2020.eu), and existing operational irrigation advisory services (i.e. https://www.irrisat.it). Earth Observation-based services can provide "diagnostic" data and information relevant for integrated input management of irrigation water and nutrients, from subplot level to irrigation scheme or river basin levels.

The Copernicus programme brings a new perspective for EO-based services that can contribute to shape a more profitable and sustainable agriculture. Free availability of high spatial and temporal resolution multispectral data from Sentinel-2 satellites has opened new opportunities for enhanced sustainability of the agricultural sector through market development of EO-based services. Two main challenges remain in travelling the last mile, namely end users uptake of this technology and the efficient processing of EO data. In this regard, COALA's vision is to develop a strategy for reducing barriers associated to the adoption of EO-based technology to optimize irrigation and nutrient management, including concerted approaches for scaling up from the farm to district/basin scale. At district scale managers of irrigation systems will be able to better manage their infrastructure given access to data on daily daily/weekly irrigation crop requirements maps and aggregated information. At farm scale maps of irrigation requirements and crop nutritional status will support the day-to-day operations by individual farmers. This synergy of scales (farm vs. district/basin) will foster farmers' behaviour compliant with the central system operations, and allocated water quotas. Farmers will have access to this information, and as further plus, they will receive value-added maps and information for enhanced management of their paddocks. Water managers will be able to receive information from farmers on the actual irrigation volumes, the irrigated area and crop type planted, enabling the system to check the accuracy of the estimation and to improve operational planning.

This multi-level approach to irrigation management, along with efficient spatial allocation of plant fertilizer at field level (as a mean to optimize yields and profits, while reducing impact on water quality), is being implemented in the H2020 COALA project.

1 University of Naples Federico II, Italy; durso@unina.it
2 Ariespace srl Spin off company of Univ. of Naples Federico II, Italy; carlo.demichele@ariespace.com
3 University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria; francesco.vuolo@boku.ac.at
4 University of Melbourne, Australia; dryu@unimelb.edu.au
5 University of New South Wales, Sydney, Australia; g.metternicht@unsw.edu.au
6 University of Castilla La Mancha, Albacete, Spain; Alfonso.Calera@uclm.es
7 Agrisat Iberia, Albacete, Spain; anna.osann@gmail.com

COALA is to enable, data and information sharing on water demand – mostly based on Copernicus data - facilitating a more efficient management, and equally important, early warning on unexpected events, which can affect the farmer's production (e.g. persistent drought periods) so that prompt measures can be put in place.

RÉSUMÉ

COALA (https://www.coalaproject.eu/) est un projet financé par le programme Horizon 2020 de l'Union européenne avec le but de développer des services Copernicus d'information basés sur l'Observation de la Terre (OT) pour l'irrigation et la gestion des nutriments en Australie, en s'appuyant sur l'expérience consolidée de projets européens antérieurs tels que FATIMA (http://fatima-h2020.eu/) et DIANA (https://diana-h2020.eu), et les services de conseil en irrigation opérationnels existants (https://www.irrisat.it). Les services basés sur l'Observation de la Terre peuvent fournir des données et des informations «diagnostiques» pertinentes pour la gestion intégrée des apports d'eau d'irrigation et de nutriments, du niveau de la sous-parcelle au système d'irrigation ou au niveau des bassins fluviaux.

Le programme Copernicus apporte une nouvelle perspective aux services basés sur l'OT qui peuvent contribuer à façonner une agriculture plus rentable et durable. La disponibilité gratuite de données multispectrales à haute résolution spatiale et temporelle provenant des satellites Sentinel-2 a ouvert de nouvelles opportunités pour une durabilité accrue du secteur agricole grâce au développement du marché des services basés sur l'OT. Deux principaux défis subsistent dans le parcours du dernier kilomètre, à savoir l'adoption de cette technologie par les utilisateurs finaux et le traitement efficace des données d'OT. À cet égard, la vision de COALA est de développer une stratégie pour réduire les obstacles associés à l'adoption de la technologie basée sur l'OT pour optimiser l'irrigation et la gestion des éléments nutritifs, y compris des approches concertées pour passer de la parcelle à l'échelle du district/du bassin. À l'échelle du district, les responsables des systèmes d'irrigation seront en mesure de mieux gérer leurs infrastructures grâce à l'accès aux données cartographiques des besoins quotidiens des cultures d'irrigation et aux informations agrégées. À l'échelle de la parcelle, des cartes des besoins en irrigation et de l'état nutritionnel des cultures soutiendront les opérations quotidiennes des agriculteurs. Cette synergie d'échelles (exploitation vs district/bassin) favorisera un comportement des agriculteurs conforme au fonctionnement du système central et à la quote-part d'eau alloués. Les agriculteurs auront accès à ces informations, et en plus, ils recevront des cartes et des informations à valeur ajoutée pour une meilleure gestion de leurs enclos. Les gestionnaires de l'eau pourront recevoir des informations des agriculteurs sur les volumes d'irrigation réels, la superficie irriguée et le type de culture plantée, permettant au système de vérifier l'exactitude de l'estimation et d'améliorer la planification opérationnelle.

Cette approche à multi-niveaux de la gestion de l'irrigation, associée à une allocation spatiale efficace des engrais végétaux au niveau du champ (comme moyen d'optimiser les rendements et les bénéfices, tout en réduisant l'impact sur la qualité de l'eau), est mise en œuvre dans le projet H2020 COALA.

COALA doit permettre le partage de données et d'informations sur la demande en eau - principalement basées sur les données de Copernicus - facilitant une gestion plus efficace, et tout aussi important, une alerte précoce sur les événements inattendus, qui peuvent affecter la production de l'agriculteur (par exemple, les périodes de sécheresse persistantes) afin que des mesures puissent être mises en place.

Mots-clés : Surveillance de l'irrigation; Services de conseil agricole; approche multi-acteurs; Observation de la Terre; Sentinel-2.

COMPARATIVE EVALUATION OF CROWDSOURCING OPTIC TECHNOLOGY VERSUS CENTRALIZED TRADITIONAL WATER MONITORING

ÉVALUATION COMPARATIVE DE LA TECHNOLOGIE OPTIQUE DE CROWDSOURCING PAR RAPPORT À LA SURVEILLANCE TRADITIONNELLE CENTRALISÉE DE L'EAU

Mr. Salman Maher[1], Ms. Pek Eva[2], Mr. Lebdi Fethi[3], and Ms. Simongini Camilla[4]

ABSTRACT

The ever-growing food demand requires a prudent management of water resources to overcome the global challenges. Water monitoring is essential to support this process. An ample number of technologies, including ICT-based ones, are available to obtain information about water resources, but the technology uptake at field level is protracted. The purpose of this paper is to examine the differences between decentralized, ICT-based and centralized monitoring systems, thus, to draw conclusions about the evidence-based advantages of and barriers to technology deployment. The paper introduces a multi-criteria framework to compare the different configurations of water monitoring systems from technological, financial, and institutional perspectives. It assesses the performance of a crowdsourcing technique, as ICT-based solution, against conventional, centralized monitoring systems. The comparative evaluation is built on two case studies in Uganda and Lebanon, where crowdsourcing technique and centralized systems were introduced. The paper argues that transferring technologies to farmers have potential to integrate them into water resource management, but the roles of state and individuals cannot be isolated. Firstly, technology uptake and use by farmers must be supported by state actors to obtain reasonable and reliable data. Secondly, the examined technologies have substantially different cost structures, so the deployment must consider the availability of financial and human resources at both investment and operation phases. The results prove that the critical factors of managing the crowdsourcing technique are related to the capacities and expertise of users, while the critical factors of the centralized system are related to the financial sustainability and clearly defined responsibilities at institutional level. The paper concludes that future technology development in water monitoring must establish an integrated and inclusive design with optimal task-share between farmers and state.

Keywords: Discharge monitoring, crowdsourcing technique, technology performance, multi-criteria framework.

RESUME

La demande alimentaire toujours croissante exige une gestion prudente des ressources en eau pour relever les défis mondiaux. Il est nécessaire de surveiller l'eau pour soutenir ce processus. Il existe un grand nombre de technologies, y compris celles basées sur les TIC, pour obtenir des informations en ce qui concerne les ressources en eau, mais l'adoption de la technologie au niveau du terrain est prolongée. Cet article à pour l'objectif d'étudier les différences entre les systèmes de surveillance décentralisés, basés sur les TIC et

1 Senior Land & Water Officer-Teal Leader, Land and Water Division, FAO, Rome, Italy, maher.salman@fao.org
2 Technical Officer, Land and Water Division, FAO, Rome, Italy, eva.pek@fao.org
3 Professor at National Agronomic Institute, University of Carthage, Tunis, Tunisia, lebdi.fethi@yahoo.fr
4 Environmental Engineer, Land and Water Division, FAO, Rome, Italy, camilla.simongini@fao.org

centralisés, afin de tirer des conclusions sur les avantages et les obstacles factuels en ce qui concerne l'utilisation de la technologie. L'article introduit un cadre à critères multiples pour comparer les différentes configurations de systèmes de surveillance de l'eau d'un point de vue technologique, financier et institutionnel. Il évalue les performances d'une technique de crowdsourcing, en tant que solution qui se base sur les TIC, par rapport aux systèmes de surveillance centralisés conventionnels. L'évaluation comparative s'appuie sur deux études de cas menées en Ouganda et au Liban, où la technique de crowdsourcing et les systèmes centralisés ont été introduits. Le document soutient que le transfert de technologies aux agriculteurs a le potentiel de les intégrer dans la gestion des ressources en eau, mais les rôles joués par l'État et les individus ne peuvent pas être isolés. Tout d'abord, l'adoption et l'utilisation de la technologie par les agriculteurs doivent être soutenues par les acteurs étatiques pour obtenir des données raisonnables et fiables. Deuxièmement, les technologies étudiées doivent avoir des structures de coûts considérablement différentes, de manière que l'utilisation doit tenir en compte la disponibilité des ressources financières et humaines dans les phases d'investissement et d'exploitation. Les résultats prouvent que les facteurs critiques de la gestion de la technique de crowdsourcing sont liés aux capacités et à l'expertise des utilisateurs, tandis que les facteurs critiques du système centralisé sont liés à la viabilité financière et aux responsabilités clairement définies au niveau institutionnel. Le document conclut que le développement futur des technologies de surveillance de l'eau doit établir une conception intégrée et globale avec un partage optimal des tâches entre les agriculteurs et l'État.

Mots-clés : Suivi du débit; Technique de crowdsourcing; Performance technologique; Cadre multicritère.

Abstracts of Papers received in Response to

Q.62.2: Social side - socio-economic Infrastructure Context: appropriate technology for appropriate resources (for diverse groupings of people) including using social media

Aspect social - Contexte socio-économique de l'infrastructure : technologie appropriée pour des ressources appropriées (pour divers groupes de personnes), y compris l'utilisation des médias sociaux

INDEX OF ABSTRACT

		Page No.
R.62.2.01	**Re-Looking into Micro-Irrigation Implementation to Enhance Adoption in India** Revoir La Mise En Œuvre De La Micro-Irrigation Pour Renforcer L'adoption En Inde *Krishna Reddy Kakumanu, Shrikant V Mukate, Ravindra S Gavali, and Yella Reddy Kaluvai (India)*	117
R.62.2.02	**Waterlogging and Salinity; Cause and Effect in the Framework of a Social, Environmental And Financial Nexus** Engorgement Et Salinité : Cause Et Effet Dans Le Cadre D'un Lien Social, Environnemental Et Financier *Vlotman, Willem F. (Australia)*	119
R.62.2.03	**Information and Communication Technology to Improve Irrigation Efficiency in Developed and Developing Countries** Technologies De L'information Et De La Communication Pour Améliorer L'efficacité De L'irrigation Dans Les Pays Développés Et En Développement *Koji Kitamura (Japan)*	122
R.62.2.04	**Farmers Socioeconomic Development and National Food Needs Transformation: The Strategic Role of Muda Agriculture Development Authority (MADE)** Developpement Socioeconomique Des Agriculteurs Et Transformation Des Besoins Alimentaires Nationaux : Le Rôle Stratégique De L'autorité De Développement De L'agriculture De La Muda (MADA) *Rumzi Ahmad (Malaysia)*	123
R.62.2.05	**Rehabilitation or New Construction, Case Study: Intakes of Daroongar Irrigation Network** Réhabilitation Ou Nouvelle Construction, Étude De Cas : Prises D'eau Du Réseau D'irrigation De Daroongar *H. Saberi M. Zare Bahari (Iran)*	124

R.62.2.06 **Influence of Climate Change on Crop Water Requirements to Improve Water Management and Maize Crop Productivity** **126**
Influence Du Changement Climatique Sur Les Besoins En Eau Des Cultures Pour Améliorer La Gestion De L'eau ET La Productivité Des Cultures De Maïs
Adeyemi Khalid Adeola, Bashir Adelodun, Golden Odey, and Kyung Sook Choi (South Korea)

R.62.2.07 **Screening Drought Tolerance of Alfalfa in Early Growing Stages** **127**
Examen De La Tolérance À La Sécheresse De La Luzerne Aux Premiers Stades De Croissance
Bolormaa Bayarchimeg, Hsieh, Ching-Hsiang (Chinese Taipei)

Abstracts of Papers received in Response to

Q.62.3: **Water Trading**
Commerce de l'eau

INDEX OF ABSTRACT

R.62.3.01 **Development of Irrigation Based on Various Business Payment Systems** **129**
Développement De L'irrigation Basé Sur Divers Systèmes De Paiement D'entreprise
L.N. Medvedeva, and I.G.Bondarik (Russia)

RE-LOOKING INTO MICRO-IRRIGATION IMPLEMENTATION TO ENHANCE ADOPTION IN INDIA

REVOIR LA MISE EN ŒUVRE DE LA MICRO-IRRIGATION POUR RENFORCER L'ADOPTION EN INDE

Krishna Reddy Kakumanu[1], Shrikant V Mukate[2], Ravindra S Gavali[3], and Yella Reddy Kaluvai[4]

ABSTRACT

Climate change is a global phenomenon affecting agriculture unevenly across the world. The warmer temperatures create longer growing seasons and faster growth rates for plants, increasing the metabolic rate. Plants will consume more water to sustain and meet the evapo-transpiration losses and the turgidity. In such prevailing conditions for efficient use of water, micro-irrigation is one of the best available alternative technologies. In India, use of plastic in agriculture started in the year 1992 and till date Government of India launched several schemes for financial assistance to farmers for micro-irrigation (MI). Since 2015, Pradhan Mantri Krishi Sinchayee Yojana (PMKSY) has been formulated by the government to promote MI throughout country. India has more than 42 million ha MI potential area of which 13 million ha is only covered to date due to implementation challenges in the States.

In this context, present study was undertaken to evaluate the implementation mechanism of different States, based on the adoption rate of MI. The objective of the study is to identify the factors contributing to the adoption of MI system and to develop alternative up-scaling approach based on the successful implementation models. Data was collected from five state viz., Gujarat, Rajasthan, Madhya Pradesh, Uttar Pradesh, and Telanagana States based on MI adoption rate. Primary and secondary was collected through questionnaires from different stakeholders engaged in MI implementation in the selected five states. The binary logistic regression and Garrett ranking was used to analyse the data.

The results indicate that the farmers are very well aware of the benefits of MI but they need more technical guidance and training on water scheduling, fertigation and maintenance. It was also realised from the results that lowest financial assistance i.e. subsidy is provided by Madhya Pradesh and highest by Telangana State. Stakeholder perceptions on implementation of MI showed that the efforts are needed to increase the subsidy rate, improve access to loans with low/free interest rate for MI and integration of MI to lift irrigation schemes. All the state are following online application system through e-portal of respective state and among them Gujarat Green Revolution Company (GGRC) portal from Gujarat found farmer friendly. It is observed that GGRC model is best fit due to the easy application process, no capping limit on area, bank loan availability and renewable subsidy after seven years. Based on the findings, an alternative implementation method is suggested with mandatory training program to the farmers on irrigation and fertigation scheduling and providing insurance to MI in all the states.

1 Associate Professor, National Institute of Rural Development and Panchayati Raj (NIRDPR), India, kkrishnareddy.nird@gov.in
2 Research Associate, NIRDPR, India, mukateshrikant@gmail.com
3 Professor, NIRDPR, India, ravindrasg.nird@gov.in
4 Dean Ag.Eng, Acharya N G Ranga Agricultural University, Guntur, India, yellark@gmail.com

A third party verification and geo-tagging of the fields also helps to monitor the performance and adoption of MI in the states.

Keywords: Agriculture, Micro-irrigation Models, Per Drop More Crop, Awareness on micro-irrigation.

RESUME

Le changement climatique est un phénomène mondial qui exerce un impact inégal sur l'agriculture mondiale. Les températures plus chaudes créent des saisons de croissance plus longues et des taux de croissance plus rapides pour les plantes, ce qui augmente le taux métabolique. Les plantes consommeront plus d'eau pour maintenir et satisfaire les pertes par évapotranspiration et la turgescence. Dans ces conditions d'utilisation efficace de l'eau, la micro-irrigation est l'une des meilleures technologies alternatives disponibles. En Inde, l'utilisation du plastique dans l'agriculture a commencé en 1992 et jusqu'à ce jour, le gouvernement indien a lancé plusieurs programmes d'aide financière aux agriculteurs pour la micro-irrigation (MI). Depuis 2015, Pradhan Mantri Krishi Sinchayee Yojana (PMKSY) a été formulé par le gouvernement pour promouvoir la micro irrigation dans tout le pays. L'Inde a plus de 42 millions d'ha de zone potentielle de micro irrigation dont seulement 13 millions d'ha sont couverts à ce jour qu'en raison de difficultés de mise en œuvre dans les États.

Dans ce contexte, l'étude actuelle a été entreprise pour évaluer le mécanisme de mise en œuvre de différents États, sur la base du taux d'adoption de micro irrigation. L'étude vise à identifier les facteurs contribuant à l'adoption du système de micro irrigation et à développer une approche alternative de mise à l›échelle basée sur les modèles de mise en œuvre réussis. Les données ont été recueillies dans cinq États, à savoir le Gujarat, le Rajasthan, le Madhya Pradesh, l'Uttar Pradesh et le Telanagana, sur la base du taux d'adoption de micro irrigation. Les données primaires et secondaires ont été recueillies au moyen de questionnaires auprès de différentes parties prenantes engagées dans la mise en œuvre de micro irrigation dans les cinq États sélectionnés. La régression logistique binaire et le classement de Garrett ont été utilisés pour analyser les données.

Les résultats indiquent que les agriculteurs sont très bien conscients des avantages de micro irrigation mais qu'ils ont besoin de plus de conseils techniques et de formation sur la programmation de l'eau, la fertigation et l'entretien. Il a également été réalisé à partir des résultats que l'aide financière la plus faible, c'est-à-dire la subvention, est fournie par l'État de Madhya Pradesh et la plus élevée par l'État de Telangana. Les perceptions des parties prenantes sur la mise en œuvre de micro irrigation ont montré que des efforts sont nécessaires pour augmenter le taux de subvention, améliorer l'accès aux prêts à taux d'intérêt faible/gratuit pour la micro irrigation et l'intégration de micro irrigation pour soutenir les périmètres irrigués. Tous les États suivent le système de candidature en ligne via le portail électronique de l'État respectif et parmi eux, il est constaté que le portail Gujarat Green Revolution Company (GGRC) du Gujarat est convivial pour les agriculteurs. On observe que le modèle GGRC est le mieux adapté en raison du processus de demande facile, de l'absence de restriction sur la limite de la superficie, de la disponibilité des prêts bancaires et de la subvention renouvelable après sept ans. Sur la base des résultats, une méthode de mise en œuvre alternative est suggérée avec un programme de formation obligatoire pour les agriculteurs sur la planification de l'irrigation et de la fertigation et la fourniture d'une assurance à micro irrigation dans tous les États. Une vérification par un tiers et géolocalisation des champs permettent également de surveiller les performances et l'adoption de micro irrigation dans les États.

Mots-clés : Agriculture; Modèles de micro-irrigation; Par goutte Plus de culture; Sensibilisation à la micro-irrigation.

WATERLOGGING AND SALINITY; CAUSE AND EFFECT IN THE FRAMEWORK OF A SOCIAL, ENVIRONMENTAL AND FINANCIAL NEXUS

ENGORGEMENT ET SALINITÉ : CAUSE ET EFFET DANS LE CADRE D'UN LIEN SOCIAL, ENVIRONNEMENTAL ET FINANCIER

Vlotman, Willem F.[1]

ABSTRACT

Waterlogging and salinity are the effect of something that happened upstream of the point of observation, the cause. The most common responses to solving the twin problem of waterlogging and salinity are installing drainage, providing more irrigation water (i.e., flushing of salts from the root zone), cleaning existing outfall drains regularly and maintaining low groundwater levels. This article emphasizes that looking for the cause of the effect should be the first action to be undertaken. It may be that a sustainable solution lies in the upstream of the location of the problem. Involving stakeholders right from the beginning and creating dialogues with all involved throughout the process of initiating, planning, designing, constructing, operating, and maintaining a drainage and irrigation system is essential. Performing a Triple Bottom Line (TBL); i.e., considering all social, engineering, and environmental issues, in the critical analysis procedure for designing, operating, and maintaining drainage and irrigation systems. This should be done preferable in the framework of a water, food, and energy nexus (WFEN), as reduction of quantities of water, food and energy will translate in actual and virtual water savings.

Waterlogging is the persistence of high-water tables (less than 1.5 m below the surface) during critical growth stages of all agricultural crops. Salinity is a "by-product" of waterlogging and may be directly related to the amount of rainfall falling on, or, irrigation water provided to, the agricultural area. Salinity is the high concentration of salts in the root zone and at the surface, affecting the osmotic pressure in the soil and thus limiting the potential water uptake of plants through the root system, resulting in wilting of the plants. The salts may have accumulated over a long period (decades) or shorter periods (years) in the case of irrigation supplies. The extent and intensity of salinity problems is a function of rainfall, irrigation water quality and quantity and the soil moisture status in the root zone.

Waterlogging and salinity problems are typically described in a variety of professional journals from publishers, professional associations, or private companies. Books are also a source of information on the subjects of irrigation, drainage, waterlogging and salinity. Examples are Modern Land Drainage by Vlotman, Sederma and Rycroft, and Surface Irrigation: Theory and Practice by Walker and Skogerboe. Both sources can be readily accessed via the internet.

Areas with waterlogging and salinity are generally well-known locally (i.e., in-country) but not necessarily the extent. This is readily corrected by an aerial survey with camera equipped drones or by tapping into the fast libraries of space-based imagery from satellites such as Landsat, IKONOS, MODIS, SPOT, QuickBird, Worldview, Rapid Eye, etc.

1 Correspondence to: Dr. Willem F. Vlotman. Happily, retired Irrigation and Drainage Consultant (Nov 2017), Adelaide, Australia. Chairman Working Group on Drainage 1995 – 2013. E-mail: vlotmanwf@gmail.com.

To achieve active stakeholder involvement a planned process will need to be executed that includes the who, why, when, and how stakeholders are approached, convinced, and committed to the process of resolving agricultural waterlogging and salinity problems. It is crucial that the deliberations are executed in the context of the Triple Bottom Line (TBL) and within the Water-Food-Energy Nexus (WFEN).

Various innovative products such as the Caliphdom Drain, the Hydrous drainpipe-envelope combination and Swarm farm robots to monitor on-farm irrigation and drainage, are amongst other products reviewed in detail. Knowledge and awareness of the tools, research outcomes, innovations, and processes available to combat the twin problem of waterlogging and salinity are essential to achieve sustainable solution to the twin problem.

Keywords: Waterlogging; Drainage; Irrigation; Salinity; TBL; WFEN; Stakeholder Engagement; Remote Sensing; Drone.

RESUME

L'engorgement et la salinité sont l'effet de quelque chose qui s'est passé en amont du point d'observation, la cause. Les réponses les plus courantes pour résoudre le double problème de l'engorgement et de la salinité comportent l'installation d'un système de drainage, la fourniture de plus d'eau d'irrigation (c'est-à-dire l'élimination des sels de la zone racinaire), le nettoyage régulier des drains de décharge existants et le maintien de faibles niveaux d'eau souterraine. Cet article souligne que la recherche de la cause de l'effet doit être la première action à entreprendre. Il se peut qu'une solution durable se situe en amont de l'emplacement du problème. Il est essentiel d'impliquer les parties prenantes dès le début et de créer des dialogues avec toutes les parties concernées tout au long du processus d'initiation, de planification, de conception, de construction, d'exploitation et d'entretien d'un système de drainage et d'irrigation. Il faut réaliser un Triple Botton Line (TBL); c'est-à-dire tenir compte de tous les problèmes sociaux, techniques et environnementaux dans la procédure d'analyse critique pour la conception, l'exploitation et l'entretien des systèmes de drainage et d'irrigation. Cela devrait être fait de préférence dans le cadre d'un lien entre l'eau, la nourriture et l'énergie (WFEN), car la réduction des quantités d'eau, de nourriture et d'énergie se traduira par des économies d'eau réelles et virtuelles.

L'engorgement est la persistance de nappes phréatiques élevées (moins de 1,5 m sous la surface) pendant les stades de croissance critiques de toutes les cultures agricoles. La salinité est un « sous-produit » de l'engorgement et peut être directement liée à la quantité de pluie tombant sur la zone agricole ou à l'eau d'irrigation fournie à celle-ci. La salinité est la forte concentration de sels dans la zone racinaire et à la surface, affectant la pression osmotique dans le sol et limitant ainsi l'absorption potentielle d'eau des plantes à travers le système racinaire, entraînant le flétrissement des plantes. Les sels peuvent s'être accumulés sur une longue période (décennies) ou sur des périodes plus courtes (années) dans le cas de l'irrigation. L'étendue et l'intensité des problèmes de salinité sont fonction des précipitations, de la qualité et de la quantité de l'eau d'irrigation et de l'état de l'humidité du sol dans la zone racinaire.

Les problèmes d'engorgement et de salinité sont généralement décrits dans diverses revues professionnelles des rédacteurs, des associations professionnelles ou des entreprises privées. Les livres sont également une source d'information sur les sujets de l'irrigation, du drainage, de l'engorgement et de la salinité. Les exemples sont «Modern Land Drainage» par Veltmann, Smedema et Recroit, et «Surface Irrigation : Theory and Practice» par Walker et Skogerboe. Les deux sources sont facilement accessibles via Internet.

Les zones d'engorgement et de salinité sont généralement bien connues localement (c'est-à-dire dans le pays), mais pas nécessairement leur étendue. Ceci peut être facilement corrigé par un relevé aérien avec des drones équipés de caméras ou en utilisant les bibliothèques rapides d'images spatiales de satellites tels que L'ansât, IKONOS, MODIS, SPOT, QuickBird, WorldView, RapidEye, etc.

Pour parvenir à une implication active des parties prenantes, un processus planifié devra être exécuté qui comprend les questions telles que qui, pourquoi, quand et comment les parties prenantes sont approchées, convaincues et engagées dans le processus de résolution des problèmes d'engorgement et de salinité agricole. Il est important que les délibérations soient exécutées dans le contexte du Triple Botton Line (TBL) et du Lien entre l'Eau-la Nourriture–l'Énergie (WFEN).

Divers produits innovants tels que le Capiphon Drain, la combinaison tuyau de drainage-enrobage Hydro luis et les robots Swarmfarm pour surveiller l'irrigation et le drainage à la ferme, sont parmi d'autres produits examinés en détail. La connaissance et la sensibilisation aux outils, aux résultats de la recherche, aux innovations et aux processus disponibles pour lutter contre le double problème de l'engorgement et de la salinité sont essentielles pour parvenir à une solution durable à ce double problème.

Mots-clés : Engorgement; Drainage; Irrigation; Salinité; TBL; WFEN; Engagement des parties prenantes; Télédétection; Drone.

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY TO IMPROVE IRRIGATION EFFICIENCY IN DEVELOPED AND DEVELOPING COUNTRIES

TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION POUR AMÉLIORER L'EFFICACITÉ DE L'IRRIGATION DANS LES PAYS DÉVELOPPÉS ET EN DÉVELOPPEMENT

Koji Kitamura[1]

ABSTRACT

Information and communication technology (ICT) plays an important role in improving irrigation efficiency in both developed and developing countries. ICT has been a significant contributor to growth and socioeconomic development in agriculture including irrigation. ICT can improve irrigation water use efficiency and reduce farmers' working hours and heavy tasks for irrigation. However, there is a significant difference of ICT devices used for irrigation between developed and developing countries.

In developed countries such as Japan, ICT tools with higher quality and higher cost are used for irrigation water management. On the other hand, in developing countries such as India, Bangladesh, and China, ICT tools with lower quality and lower cost are used for irrigation water management. Suitable ICT tools for irrigation water management should be selected and used in a country based on its economic status.

Keywords: ICT; Irrigation; Water Management; Developed Countries; Developing Countries.

RESUME

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) jouent un rôle important dans l'amélioration de l'efficacité de l'irrigation dans les pays développés comme dans les pays en développement. Les TIC ont largement contribué à la croissance et au développement socioéconomique de l'agriculture, y compris l'irrigation. Les TIC peuvent améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau d'irrigation et réduire les heures de travail des agriculteurs et les lourdes tâches d'irrigation. Cependant, il existe une différence significative des dispositifs TIC utilisés pour l'irrigation entre les pays développés et les pays en développement.

Dans les pays développés tels que le Japon, des outils TIC de meilleure qualité et plus coûteux sont utilisés pour la gestion de l'eau d'irrigation. D'autre part, dans les pays en développement tels que l'Inde, le Bangladesh et la Chine, des outils TIC de qualité inférieure et à moindre coût sont utilisés pour la gestion de l'eau d'irrigation. Des outils TIC adaptés à la gestion de l'eau d'irrigation doivent être sélectionnés et utilisés dans un pays en fonction de son statut économique.

Mots clés : TIC ; Irrigation; Gestion de l'eau; Pays développés; Pays en voie de développement.

1 Leader of Spatial Information Group, NARO Institute for Rural Engineering, 2-1-6 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8609, Japan; E-mail: kitamurak676@affrc.go.jp

FARMERS SOCIOECONOMIC DEVELOPMENT AND NATIONAL FOOD NEEDS TRANSFORMATION: THE STRATEGIC ROLE OF MUDA AGRICULTURE DEVELOPMENT AUTHORITY (MADA)

DEVELOPPEMENT SOCIOECONOMIQUE DES AGRICULTEURS ET TRANSFORMATION DES BESOINS ALIMENTAIRES NATIONAUX : LE RÔLE STRATÉGIQUE DE L'AUTORITÉ DE DÉVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE DE LA MUDA (MADA)

Rumzi Ahmad[1]

ABSTRACT

The Muda Irrigation Scheme was implemented in 96,000 hectare in Muda area in the year 1966, a coastal plain which straddle the two states of Kedah and Perlis in the north west of Peninsular Malaysia. This project received financing from International Bank for Reconstruction and Development (IBRD) totalling US$45 million and was successful in introducing a second crop of rice in the project area. As a result, cropping intensity increased sharply to 176%. Within a few years of project implementation however, the project staff was able to identify the shortcomings of the project. Various transformations have been implemented in the aspects of socio-economic and agriculture with the inception of Muda Agricultural Development Authority (MADA). Within 50 years, farmers in the Muda area have benefitted in several ways. The objective of this paper is to explain about the strategic role of MADA in elevating the farmers' socioeconomic development and national food needs transformation.

Keywords: Socio-economic development, national food, Muda Agriculture Development Authority.

RESUME

Le projet d'irrigation de Muda a été mis en œuvre sur une superficie de 96 000 hectares dans la région de Muda en 1966, une plaine côtière qui chevauche les deux États de Kedah et Perlis au nord-ouest de la péninsule malaise. Ce projet a reçu un financement de la Banque internationale pour la reconstruction et le développement (BIRD) d'un montant total de 45 millions de dollars et a réussi à introduire une deuxième culture de riz dans la zone du projet. En conséquence, l'intensité de culture a fortement augmenté à 176%. Cependant, quelques années après la mise en œuvre du projet, le personnel du projet a été en mesure d'identifier les lacunes du projet. Diverses transformations ont été mises en œuvre dans les aspects socio-économiques et agricoles avec la création de l'Autorité de développement de l'agriculture de la Muda (MADA). En 50 ans, les agriculteurs de la région de Muda ont bénéficié de plusieurs manières. Cet article vise à expliquer le rôle stratégique joué par la MADA dans l'élévation du développement socio-économique des agriculteurs et la transformation des besoins alimentaires nationaux.

Mots-clés : Développement socio-économique; Alimentation nationale; Autorité de développement de l'agriculture de la Muda.

1 rumziahmad@gmail.com

REHABILITATION OR NEW CONSTRUCTION, CASE STUDY: INTAKES OF DAROONGAR IRRIGATION NETWORK

RÉHABILITATION OU NOUVELLE CONSTRUCTION, ÉTUDE DE CAS : PRISES D›EAU DU RÉSEAU D›IRRIGATION DE DAROONGAR

H. Saberi M. Zare Bahari[1]

ABSTRACT

Daroongar River originates from HezarMasjed Mountains and due to its base discharge and passage during the non-arable season, the Daroongar reservoir Dam (off-river dam) was built for water storage. Floods pass through the natural riverbed.

The fourteen water intakes downstream of the dam are responsible for supplying water to irrigate the agricultural lands. All these intakes are located inside river and have been damaged during many years of operation and caused many problems for farmers. So farmers were having difficulty in taking water from the river. The main issues regarding intake over the years included the following:

1. Six intakes have been temporarily constructed with river materials.
2. Intakes were enabled only to cater to the basic discharge and not during floods times
3. 80 % of intakes were being eroded and destroyed due to downstream floods
4. All slide gates on agricultural sluiceways and sediment discharge ducts were damaged, so residues enter the irrigation canals during floods.

To solve the problems, two alternatives were presented as below:

1. Construction of new intakes and ignore the existing ones
2. Rehabilitation of existing intakes

But building new intakes at a significant cost could only be done by the government, and water authorities faced a lack of funding. On the other hand, rebuilding existing intakes has the following advantages:

1. Rehabilitation of existing intakes takes less time than construction of new ones
2. Resistance and social impacts will be less for rehabilitation of displaced persons as compared to construction of new intake, or in other words, social and community acceptance is more in favor of rehabilitation than that of construction of new intakes
3. Repair, maintenance and operation of existing intakes will be easier and cheaper
4. Environmental impacts due to rehabilitation and repair of existing intakes are almost nothing as compared with those due to construction of new structure in a river
5. More construction in river makes more morphologic changes in river system
6. The displacement of existing intakes leads to social conflicts, including land ownership, disruption of the existing traditional water right system, and so on.

Therefore all fourteen intakes were rehabilitated without facing any serious problems during their ten years of operation. This article examines the process of rehabilitation study before, during and after it is implemented, and also makes a comparison between restoration and construction of new intakes.

Keywords: Rehabilitation; Intakes; River intakes; Social acceptance;

1 mzb1348@gmail.com

RESUME

La rivière Daroongar prend sa source dans les montagnes HezarMasjed et en raison de son débit de base et de son passage pendant la saison non arable, le barrage du réservoir Daroongar (barrage hors rivière) a été construit pour le stockage de l'eau. Les crues traversent le lit naturel de la rivière.

Les quatorze prises d'eau en aval du barrage sont chargées de fournir de l'eau pour irriguer les terres agricoles. Toutes ces prises d'eau sont situées à l'intérieur de la rivière et ont été endommagées pendant de nombreuses années d'exploitation et ont causé de nombreux problèmes aux agriculteurs. Les agriculteurs avaient donc du mal à puiser de l'eau dans la rivière. Les principaux problèmes concernant la prise d'eau au fil des ans étaient les suivants :

1. Six prises d'eau ont été construites provisoirement avec des matériaux fluviaux.
2. Les prises d'eau n'ont été activées que pour répondre au débit de base et non pendant les périodes de crue.
3. 80% des prises d'eau étaient érodées et détruites en raison des crues en aval.
4. Toutes les vannes glissantes des purgeurs agricoles et des conduits de débit solide ont été endommagées, de sorte que les résidus pénètrent dans les canaux d'irrigation lors des inondations.

Pour résoudre les problèmes, deux alternatives ont été présentées ci-dessous :

1. Construction de nouvelles prises d'eau et ignorer celles existantes,
2. Réhabilitation des prises d'eau existante.s

Mais la construction de nouvelles prises d'eau à un coût important ne pouvait être réalisée que par le gouvernement, et les autorités de l'eau étaient confrontées à un manque de financement. En revanche, reconstruire des prises d'eau existantes présente les avantages suivants :

1. La réhabilitation des prises d'eau existantes prend moins de temps que la construction de nouvelles prises d'eau,
2. La résistance et les impacts sociaux seront moindres pour la réhabilitation des personnes déplacées par rapport à la construction de nouvelles prises d'eau, ou en d'autres termes, l'acceptation sociale et communautaire est plus en faveur de la réhabilitation que celle de la construction de nouvelles prises d'eau,
3. La réparation, l'entretien et l'exploitation des prises existantes seront plus faciles et moins chers,
4. Les impacts environnementaux dus à la réhabilitation et à la réparation des prises d'eau existantes sont presque nuls par rapport à ceux dus à la construction d'une nouvelle structure dans une rivière,
5. Plus de construction dans la rivière entraîne plus de changements morphologiques dans le système fluvial,
6. Le déplacement des prises d'eau existantes entraîne des conflits sociaux, y compris la propriété foncière, la perturbation du système traditionnel de droit à l'eau existant, etc.

Ainsi, les quatorze prises d'eau ont été réhabilitées sans rencontrer de problèmes sérieux au cours de leurs dix années d'exploitation. Cet article examine le processus d'étude de la réhabilitation avant, pendant et après sa mise en œuvre, et fait également une comparaison entre la restauration et la construction de nouvelles prises d'eau.

Mots clés : Réhabilitation; Prise d'eau; Prise d'eau fluviale; Acceptation sociale.

INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE ON CROP WATER REQUIREMENTS TO IMPROVE WATER MANAGEMENT AND MAIZE CROP PRODUCTIVITY

INFLUENCE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES BESOINS EN EAU DES CULTURES POUR AMÉLIORER LA GESTION DE L'EAU ET LA PRODUCTIVITÉ DES CULTURES DE MAÏS

Adeyemi Khalid Adeola,[1] Bashir Adelodun, Golden Odey, Kyung Sook Choi

ABSTRACT

Climate change has continued to impact meteorological factors like rainfall in many countries including Nigeria. Thus, altering the rainfall patterns which subsequently affect the crop yield. This study, therefore, determines the quantity of water required to produce maize from planting to harvesting and the impact of drought on maize during different growth stages in the region. Rainfall data from six rain gauge stations for a period of 36 years (1979-2014) was considered for the analysis. At different phases of maize crop growth, the model predicted daily and monthly crop water requirements. The crop water requirement was found to be 319.0 mm and the irrigation requirement was 15.5 mm, crop yield loss rate was also calculated.

Keywords: Irrigation scheduling; Cropwat model; Crop water requirement; Climate change; Water scarcity.

RESUME

Le changement climatique continue d'avoir un impact sur des facteurs météorologiques tels que les précipitations dans de nombreux pays tels que le Nigeria, ainsi, modifie les régimes de précipitations qui affectent par la suite le rendement agricole. Cette étude détermine donc la quantité d'eau nécessaire pour produire du maïs de la plantation à la récolte et l'impact de la sécheresse sur le maïs au cours des différents stades de croissance dans la région. Les données pluviométriques de six stations pluviométriques sur une période de 36 ans (1979-2014) ont été prises en compte pour l'analyse. À différentes phases de la croissance des cultures de maïs, le modèle a prédit les besoins en eau quotidiens et mensuels des cultures. Les besoins en eau des cultures étaient de 319,0 mm et les besoins en irrigation de 15,5 mm. Le taux de perte de rendement agricole a également été calculé.

Mots clés : Programmation de l'irrigation; Modèle Cropwat; Besoin en eau des cultures; Changement climatique; Pénurie d'eau.

1 Email: adeyemi.khalid@knu.ac.kr

SCREENING DROUGHT TOLERANCE OF ALFALFA IN EARLY GROWING STAGES

EXAMEN DE LA TOLÉRANCE À LA SÉCHERESSE DE LA LUZERNE AUX PREMIERS STADES DE CROISSANCE

Bolormaa Bayarchimeg[1], and Hsieh, Ching-Hsiang[1]

ABSTRACT

For nomadic herders like Mongolians, the continental climate of the country brings the biggest challenge, particularly during winter or spring when the temperature reaches -30ºC or when the livestock deliver its off-spring. During this time, nutritious hay requirements becomes the key to survival. In semi-arid climate conditions like Mongolia, cultivating drought-tolerant crops for hay has becomes important. Nowadays, one of the recommended crops is alfalfa (Medicago F.). Alfalfa has deep vertical roots; this species is able to absorb waters from about 5m in depth and, more importantly, it is a great source of protein. Thus, we aimed to investigate the alfalfa's drought tolerance in early growing stages. In order to differentiate levels of drought tolerance on alfalfa varieties, two experiments were conducted to establish the screening method under drought stress and compare different drought resistance among alfalfa varieties grown from different places. Alfalfa's drought tolerance was tested in the growing stage in its box by withholding irrigation. In the second stage, drought stress is stimulated by different concentrations of PEG6000 to determine alfalfa's drought tolerance in the seedling stage. As a result, it revealed that in the box test, even after the irrigation was stopped, the alfalfa kept growing while only some nodes dried out. During the drought period, the proline content increased significantly in all varieties. In the first measurement, it fluctuated between 0.1 to 0.4 but, seven days later in the second measurement, it was between 0.7 and 0.9. Based on the proline content result, it can be said that varieties "Nutag Belcheer" and "Burgaltai" are best during long-term drought stress. Finally, the PEG was used as irrigation in different concentrations and applied twice at 3-day intervals. After seven days of second PEG treatment, varieties "Middle East" and "Burgaltai" remained alive in all treatments. Variety "Known You Alfalfa" in 10% PEG died just after the first time PEG was applied and "Nutag Belcheer" in 30% died after the second PEG was applied. Proline content was also measured and 20% PEG treatment had the highest proline content. In terms of varieties, "Known You Alfalfa" had the highest result, and both "Nutag Blecheer" and "Burgaltai" had the same result as each other, which was also the lowest. In conclusion, in long-term drought stress, varieties "Burgaltai" and "Nutag Belcheer" were better than the other two varieties. Furthermore, in the PEG drought simulation, 20% PEG treatment could be the best concentration to test the drought tolerance of plants. In comparing PEG simulated drought and box tests, the box test which gives the opportunity to screen drought longer is preferred.

Keywords: Alfalf; Drought; PEG; Proline; Withholding irrigation.

RESUME

Pour les bergers nomades comme les Mongols, le climat continental du pays représente le plus grand défi, en particulier en hiver ou au printemps lorsque la température atteint -30ºC ou lorsque le bétail met au monde sa progéniture. Pendant ce temps, les besoins en foin nutritif deviennent la clé de la survie. Dans des conditions climatiques semi-arides comme la

1 Department of Tropical Agriculture and International Cooperation, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung 91201, Taiwan, R.O.C Boloroo0906@gmail.com

Mongolie, cultiver des cultures tolérantes à la sécheresse pour le foin est devenu important. De nos jours, l'une des cultures recommandées est la luzerne (Medicago F.). La luzerne a des racines verticales profondes; cette espèce est capable d'absorber des eaux d'environ 5m de profondeur et, plus important encore, c'est une excellente source de protéines. Ainsi, nous avons cherché à étudier la tolérance à la sécheresse de la luzerne dans les premiers stades de croissance. Afin de différencier les niveaux de tolérance à la sécheresse des variétés de luzerne, deux expériences ont été menées pour établir la méthode d'examen sous stress hydrique et comparer différentes résistances à la sécheresse parmi les variétés de luzerne cultivées à différents endroits. La tolérance à la sécheresse de la luzerne a été testée au stade de la croissance dans sa boîte en retenant l'irrigation. Dans la deuxième étape, le stress hydrique est stimulé par différentes concentrations de PEG6000 pour déterminer la tolérance à la sécheresse de la luzerne au stade de semis. En conséquence, il a révélé que dans le test en boîte, même après l'arrêt de l'irrigation, la luzerne continuait à pousser tandis que seuls certains nœuds se desséchaient. Pendant la période de sécheresse, la teneur en proline a augmenté de manière significative dans toutes les variétés. Lors de la première mesure, il variait entre 0,1 et 0,4 mais, sept jours plus tard lors de la deuxième mesure, il était compris entre 0,7 et 0,9. Sur la base du résultat de la teneur en proline, on peut dire que les variétés «Nutag Belcheer» et «Burgaltai» sont les meilleures pendant le stress hydrique à long terme. Enfin, le PEG a été utilisé comme irrigation à différentes concentrations et appliqué deux fois à l'intervalle de 3 jours. Après sept jours de deuxième traitement de PEG, les variétés «Middle East» et «Burgaltai» sont restées vivantes dans tous les traitements. La variété «Known You Alfalfa» dans 10% de PEG était morte juste après la première application de PEG et «Nutag Belcheer» dans 30% des cas était morte après l'application du deuxième PEG. La teneur en proline a également été mesurée et le traitement à 20% de PEG avait la teneur en proline la plus élevée. En termes de variétés, «Known You Alfalfa» a eu le résultat le plus élevé, et «Nutag Blecheer» et «Burgaltai» ont eu le même résultat l'un que l'autre, qui était également le plus bas. En conclusion, en stress hydrique de longue durée, les variétés «Burgaltai» et «Nutag Belcheer» ont été meilleures que les deux autres variétés. De plus, dans la simulation de sécheresse au PEG, un traitement à 20% de PEG pourrait être la meilleure concentration pour tester la tolérance à la sécheresse des plantes. En comparant les tests de sécheresse simulée au PEG et en boîte, le test en boîte est préféré qui donne la possibilité d'examiner la sécheresse plus longtemps.

Mots-clés : Luzerne; Sécheresse; PEG; Proline; Arrêt de l'irrigation.

DEVELOPMENT OF IRRIGATION BASED ON VARIOUS BUSINESS PAYMENT SYSTEMS

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION BASÉ SUR DIVERS SYSTÈMES DE PAIEMENT D'ENTREPRISE

L.N. Medvedeva[1,2], I.G.Bondarik[3]

ABSTRACT

In this research vital questions of use of water resources in agriculture is presented, in particular, paid water usage questions for the irrigation of crops. Creation the mechanism of mutually beneficial relations between the government institutions which are water supply organizations and agricultural water customers are considered. The international and Russian practice of pricing for service in water supply for irrigation of agricultural lands is shown. In this article authors has established that the pricing for water for irrigation will help in creation of funds (financial resources) for the water supply organizations which will be helpful in updating their fixed assets,such as renovation of the irrigating systems which have physical damages or wear and tear of more than 70%. It is asked about the culture of water use in the adjacent countries.

Keywords: Irrigation, water supply organizations, farmers, payment for water supply, tariffs, water use culture.

RÉSUMÉ

Dans ces recherches, des questions vitales d'utilisation des ressources en eau en agriculture sont présentées, en particulier, des questions d'utilisation de l'eau payante pour l'irrigation des cultures. Création le mécanisme de relations mutuellement bénéfiques entre les institutions gouvernementales qui sont des organismes d'approvisionnement en eau et les castomères de l'eau agricole est considéré. La pratique internationale et russe de la tarification du service d'approvisionnement en eau pour l'irrigation des terres agricoles est montrée. Dans l'article, les auteurs prouvent la tarification de l'approvisionnement en eau pour l'irrigation, la création de fonds (ressources financières) sur les comptes des organismes d'approvisionnement en eau pour la mise à jour de leurs immobilisations, sur la rénovation des systèmes d'irrigation présentant une usure physique supérieure à 70%. Il est interrogé sur la culture de l'utilisation de l'eau dans les pays adjacents.

Mots-clés : Irrigation, organismes d'approvisionnement en eau, agriculteurs, paiement de l'approvisionnement en eau, tarifs, culture d'utilisation de l'eau.

1 All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russia
2 Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia, milena.medvedeva2012@yandex.ru
3 All-Russian Research Institute For Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N.Kostyakov, Moscow, Russia, vp.bondarik@inbox.ru

Question 63:
What Role is Played by Multi-Disciplinary Dialogue to Achieve Sustainable Development Goals?

Quel rôle joue le dialogue multidisciplinaire pour atteindre les objectifs de développement durable?

General Reporter / Rapporteur Général

VPH Ian Makin (United Kingdom) – Chair
Mr. Damien Pearson (Australia) – Co-Chair

Panel of Experts, Chair and Co-Chairs /
Groupe d'experts, président et coprésidents

Dr. Kazumi Yamaoka (Japan)
Ms. Claire Miller (Australia)
VPH Dr. Mohamed Wahba (Egypt)
Prof. Jeff Camkin (Australia)
VPH Dr. Marco Arcieri (Italy)
Mr. Carl Walters (Australia)
Mr. Varun Ravi (India)

QUESTION 63:
What Role is Played by Multidisciplinary Dialogue to Achieve Sustainable Development Goals?

GENERAL REPORT

VPH Ian William Makin (UK)[1]
General Reporter

Introduction

As set out in the call for papers, there has been a tendency in the past for research to be undertaken by research organizations (universities, research focused government departments, etc.); policy development and implementation led by government and their departments; agricultural extension the responsibility of Departments of Agriculture and Universities; and farmers and end-users were expected to make the best of these inputs, including irrigation water, for crop production. Unfortunately, often the environmental impacts were only considered when they could no longer be catered for within the production system. The siloed approach had its downside with agronomic research not always being relevant to the needs of the end-users, implications of policy changes not fully understood or even anticipated, adoption of new and more effective ways of crop production was often slow and farmer lead research and adoption were not being recognised as pathways to improved production. The call for papers highlighted that it is now recognised and better understood that the previous approaches to industry extension and achieving sustainable development goals (SDGs) was not always effective or even compatible.

Multi-disciplinary approaches have been recognized for many years although, perhaps, more often in proposals and words rather than in practical full-scale application. Multidisciplinary dialogue, by its definition, engages more than one discipline in design and implementation of policy, research, extension, and adoption/use of processes that lead to sustainable development. Q63 sought to explore how can such a multi-disciplinary approach be enhanced with improved interactions and new layers to engage in the attainment of sustainable development goals more effectively? Specifically, Q63 was intended to identify examples of approaches that are being used and to stimulate thoughts on further enhancements to make the dialogue between all engaged in sustainable development more effective. Authors were asked to consider the question within one of three subtopics:

63.1: Social, Consumer, Supply Chain QA, Reputation and Regulatory Dialogue

- Influence of supply-chain assurance (private, proprietary, national, international) on the production system-irrigation, drainage, water access and allocation, environmental impact including food security, at a national scale
- Social license, market access, enhance/protect reputation, managing crises
- Demonstrating environmental credentials and effective sustainable development, avoiding “green wash” etc.

1 Vice President Hon., ICID, E-mail: <ianwmakin@gmail.com>

63.2: Technical level dialogue vs other "levels"

- Economic level
- Policy/Government level
- Legal level
- Technological (tools, devices, systems) level
- Safeguards (Environment, cybersecurity and social) level

63.3: Addressing the Sustainable Development Goals of Responsible Consumption and Production (SDG 12)

- Supply Chain
- Social Licence
- Environmental Credentials

Question 63 opens a broad canvas of issues ranging from the roles and responsibilities of individuals across the agricultural, social, and environmental professions to the challenges to institutions and governments in creating effective and relevant policy environments to achieve the SDGs. It is, therefore, not surprising that the authors of the 39 papers present different approaches and views on the subject (Table 1). Furthermore, authors from at least 24 countries contributed to the papers reviewed, representing substantially different economic situations, climate, farming systems, and water resources. The papers therefore reflect, to some extent, the different scale and focus of the challenges these countries face as they seek to achieve the SDGs. Some authors focussed on specific details of particular issues within the topics while others present a broader overview.

It is perhaps inevitable, given the mainly technical focus of the majority of organizations and individuals that make up the ICID family, that the majority of papers tended to focus on the technology, regulatory and institutional aspects of multidisciplinary approaches to agricultural water management and the SDGs. However, it is also clear that there is wider recognition that irrigated agriculture and the associated water management responsibilities are under evermore scrutiny by society. The papers reflect this recognition within the context of the socio-economic settings of the country of focus.

The General Reporters for Q63 have been greatly assisted by Damien Pearson and Varun Ravi along with the reporters (Q63.1 - Kazumi Yamaoka and Claire Miller; Q63.2 - Mohamed Wahba and Jeff Camkin; and Q63.3 - Marco Arcieri and Carl Walters) who have read and commented on the individual papers and brought together concise and informative summaries of the papers within each subtopic. We thank the sub-topic reporters and Er B. A. Chivate the ICID Central Office for their assistance in easing the burden on the General Reporters. Most importantly, we thank the teams of authors that have prepared thoughtful and informative papers in response to the Q63 call for papers. Our report draws on the reports by the subtopic reporters, our reading of the papers, and our assessment of areas where still more focus is required to answer the challenge set by Q63, "What role is played by multidisciplinary dialogue to achieve sustainable development goals?". We have attempted to avoid duplicating the subtopic reports, but rather to focus on providing an overview of the response to Q63.

Table 1. Origin/country of focus of papers by sub-topic

Region	Q63.1	Q63.2	Q63.3	Total
Central & South America & Caribbean	1	1		2
East Asia		3		3
Europe		1		1
Global			2	2
MENA	2	4		6
North America	1	1		2
North and Central Asia	2	1	1	4
Oceania	2	4	1	7
South Asia	2	3	2	7
Southeast Asia	2			2
Sub-Saharan Africa		2	1	3
Grand Total	**12**	**20**	**7**	**39**

What role is played by multidisciplinary dialogue to achieve sustainable development goals?

It is recognized that the business of irrigated agriculture has potential to impact across the full spectrum of the 17 SDGs (Figure 1), from helping end poverty across the globe (SDG 1), ending hunger (SDG 2), to promoting collaboration and investments (SDG 17). Crucially, to a greater or lesser extent, water resources management, water supply and sanitation, and water related ecosystems (SDG 6) impacts across all 17 SDGs.

Figure 1. The Sustainable Development Goals (Source: https://www.globalgoals.org/resources)

The global population is predicted to reach 9,600 million by 2050. Some estimates suggest that this population would require the natural resources of three planets to meet the needs of employment and consumption if current practices continue. Current patterns of production and consumption worldwide can involve significant waste of resources and are, in many

cases, damaging vital natural ecosystems. Therefore, new approaches are required that will utilize natural resources more efficiently and which enable redistribution of resource use fairly among the population, providing everyone with access to energy, drinking water and adequate food. With agricultural water typically representing the largest water user within river basins, the implementation and management of agricultural irrigation and drainage are increasingly critical components in efforts to combat climate change and its impacts (SDG 13).

Agricultural water management is under increasing examination by society, with more stakeholder organizations expressing their wishes for the uses of water resources. These issues are discussed in the responses to Q63.1 (Social, Consumer, Supply Chain QA, Reputation & Regulatory Dialogue) and examined in Claire Miller's discussion of agricultural water use through the framework of social licence to operate where multi-disciplinary dialogue is essential to reduce potential for conflict.

In Q63.2 (Technical level dialogue) Mohamed Wahba and Jeff Camkin discuss the papers that sought to explore the multiple institutional layers where dialogue is needed to increase effective actions to achieve the SDGs. Where there has been substantive progress towards achieving the SDG's, the community played a critical role in driving actions on the ground. Stakeholders, including farmers, who were not familiar with the SDGs beforehand were able to understand and apply the underlying concepts with suitable capacity development. They note the need for greater collaboration and strengthening of partnerships as essential for achieving the SDGs and applying a systems dynamics approach to address the water, energy, food, and environment nexus.

Reviewing Q63.3 (What parties should be addressing SDG:12 "Responsible Consumption and Production"?) Marco Arcieri and Carl Walters were able to focus on a single set of goals, although the papers presented a broad range of potential actions to achieve ensure sustainable consumption and production patterns.

A common theme across many of the papers addressing each of the subtopics is the need for increased, and improved, exchange of information among the multiple stakeholders involved in agricultural production systems, from field level, through the supply chain, to the consumers of the food and fibre created. Growing populations, increasing economic activity, and changing climates will continue to demand, and drive, changes in how agriculture will have to operate. If we do not provide sufficient information about how agriculture works, particularly in the use of land and water resources, we will likely draw increasingly unfavourable assessment of the sector, resulting in the withdrawal of the "social license to operate" and increasing use of regulatory environments. The papers in subtopic 63.1 tended to focus on how technology, regulation and institutional drivers shape irrigated agriculture's capacity to meet SDGs. By focusing on improving water efficiency, land and soil quality, productivity, and resilience to climate change the papers largely ignore how the wider social, political, and cultural contexts also shape the capacity to deliver SDGs. The experiences in the Murray-Darling basin are object lessons of the danger to irrigated agriculture where the perception of irrigated agriculture as a "problem" rather than a "part of the solution" to water resource constraints generates substantial potential for conflicting views for the future use of the basin. Increasing awareness about eco-system services and sustainability is leading, in many places, to questioning of the legitimacy of irrigated agriculture. Media and activists utilize public preconceptions about the performance of irrigation and drainage services to increase pressure on regulators and political leaders to constrain irrigated agriculture, often ignoring the substantial transformational changes that have been implemented by the sector – for example by the Australian cotton growing industry (Michael Murray, Q63.3 PAP-169-4473 - Withdrawn).

The need for effective multidisciplinary dialogue among the stakeholders in water resource systems and irrigated agriculture is highlighted by Badra Kamaladasa (Q.63, R.63.3.06). Consultation with stakeholders through an open dialogue, involving farmers, irrigation department, water supply utilities, development agencies and local authorities and an agreed monitoring mechanism enabled reallocation of water resources from agriculture to municipal supply in a water scarce area. Kamaladasa stresses the need for reliable and trustable processes to tackle these sensitive problems. Sheng-Fu Tsai et al (Q.63, R.63.2.01) illustrate similar benefits from bringing together multiple stakeholders, including national and local authorities with farmers, to identify and implement short-, medium- and long-term measures to increase drought resilience and adapt to climate change. Similarly, Safaa Idriss (Q.63, R.63.2.09) noted the importance of coordination among stakeholders to reduce conflicts in water allocation and as a basis for improved water use efficiency in Sudan.

Joseph et al. (Q.63, R.63.2.14) discussed how inter-generational considerations are being recognized, noting that it is possible that legal challenges to decisions about water allocations and abstractions may decide that a duty of care is owed to future users resulting in greater allocations to ecosystems for the health of the river system. Ricardo and Wahlin (Q.63, R.63.2.10) draw attention to the importance of management interventions, rather than a reliance on technology, is required to obtain sustainable management of watersheds and river basin health. Walters et al. (Q.63, R.63.2.12) illustrate the long-time frames required to establish sustainable transformations of irrigated agricultural systems. The critical roles of trusted technical information, inclusive dialogue among stakeholders, supportive policy and legal frameworks, and viable economics must not be overlooked to enable communities to have the confidence to drive changes. The importance of reliable information for decision making on the expansion of irrigated area in Azerbaijan, including the provision for ecological flows, is discussed by Farda Imanov and Anar Nuriyev (Q.63, R.63.3.04).

Several papers in each of the sub-topics describe various tools, technologies and models designed to improve the information base that can be used to support dialogues among stakeholders. These range from models to support decisions about individual on-farm irrigation investments, e.g. Bahadur and Upadhyaya (Q.63, R.63.3.02), to regional scale crop mapping by Jafary et al. (Q.63, R.63.3.05) using satellite remote sensing and machine learning for new insights for research on water resources management. Yousoufi et al. (Q.63, R.63.1.12) describe the use of the water accounting to enable improved understanding of groundwater use across the Berrechid plain, Morocco, as the basis for greater engagement with water users. Naghashian and Kordi (Q.63, R.63.1.10) also address sustainable management of groundwater resources, in this case the Bozorg Qanat, Iran, recognizing that environmentally sustainable water management requires stakeholders to understand how their activities interact in the production and consumption in the local context.

Concluding thoughts

A range of linked themes emerge from the papers.

Critical among these is the need for a continued focus on capacity development among stakeholders in the agricultural and water management sectors. This is not a new call for action on training and capacity development; however, what is new is the recognition of the need to communicate the value and challenges of agricultural water management beyond the immediate stakeholders (farmers, system operators, water sector regulators, etc.). As great attention is directed towards the role of agricultural water use in the management of water resources and related ecosystems, the irrigation and drainage profession must communicate more effectively with the broader society to maintain the “social license to operate”. Some may feel this is more of an issue for more advanced economies; however, interest in the sustainability of the environment and a desire to have access to thriving ecosystems is

emerging in many countries. Whether this is for increasingly urbanized local communities, or to support the eco-tourism industry that brings new resources to communities, it is essential that the agricultural sector can communicate what the sector contributes to society.

Increased coordination among stakeholders remains a challenge and investments are required in new mechanisms to engage the multiple disciplines that have roles in the supply chain from water resources management, irrigation, drainage, agricultural production, processing, marketing, and consumption. The papers describe various elements of the mechanisms and support systems required, but few present a comprehensive overview or case study of a complete system.

New tools and technologies are providing new insights into how irrigated agriculture sits in the landscape. These tools must rapidly move from the realms of academia and research to become part of the everyday toolkit for the those involved in all facets of irrigated agriculture. There is evidence this is happening; however, attention must be given to ensuring the tools provide useful information for decision makers, whether at the level of individual farmers, water user groups, system operators or water resource managers and policy makers. ICID can play an important role in facilitating dissemination of the new technologies that are becoming available, supporting capacity development among member organizations, and supporting assessment of the contribution of the technologies to achieving performance goals.

Irrigated agriculture and agriculture water management will remain critical components in the actions to provide food security for the 9.6 billion people predicted to live on the planet by 2050. However, while improvement of drainage and irrigation systems would improve the economic benefits from increased yield and more effective use of crop inputs such as fertilizers and agro-chemicals, civil society is seeking improved ecological performance and more sustainable farming systems. The demands for improved sustainability of agricultural systems will require the stakeholders that make up the farming supply chains, both inputs and outputs, to be effective in communicating how the sector works and the substantial contributions irrigated agriculture makes to achieving the SDGs.

Multidisciplinary dialogues are contributing to the management of irrigated agricultural systems in many locations. These dialogues often occur with the aim of addressing issues and challenges related to achieving one or more of the SDGs, even if the SDGs are not explicitly identified as objectives. However, as society increasingly recognizes the challenges to the sustainable use of ecosystems in river basins and the role of agriculture in the use of water, water management professionals must be prepared to engage with stakeholders, often with quite different interests and experiences, to ensure irrigation and drainage can retain the sector's "social license to operate" which will be critical to enabling the important contribution agriculture must make towards achievement of many of the SDGs.

To attempt a short answer to Q63 - What role is played by multidisciplinary dialogue to achieve sustainable development goals? – it seems the essential roles are: (i) to enable an exchange of understanding about the concerns and objectives of different stakeholder groups; (ii) to provide a venue for capacity development of the stakeholders as a basis for resolution of conflicting objectives; and (iii) a basis for creation of a shared vision of the future for the sector in the community involved, including acceptance of the trade-offs that may be required to enable achievement of the agreed goals.

Question 63:
Quel rôle joue le dialogue multidisciplinaire pour atteindre les objectifs de développement durable ?

RAPPORT GENERAL

VPH Ian William Makin (UK)[1]
Rapporteur Général

Introduction

Ainsi qu'il a été indiqué dans l'appel à communications, on a eu tendance dans le passé à confier la recherche aux organismes de recherche (universités, ministères axés sur la recherche, etc.); l'élaboration et la mise en œuvre des politiques à l'État et à ses ministères; la vulgarisation agricole à des ministères de l'Agriculture et à des universités; et les agriculteurs et les utilisateurs finaux étaient censés tirer le meilleur parti de ces contributions, y compris l'eau d'irrigation, pour la production agricole. Malheureusement, les impacts environnementaux n'étaient souvent pris en compte que lorsqu'ils ne pouvaient plus être pris en charge par le système de production. Cette approche cloisonnée avait ses inconvénients : la recherche agronomique n'était pas toujours adaptée aux besoins des utilisateurs finaux, les implications des changements de politique n'étaient pas entièrement comprises ou même anticipées, l'adoption de nouvelles méthodes plus efficaces de production végétale était souvent lente et la recherche et l'adoption menées par les agriculteurs n'étaient pas reconnues comme des moyens pour améliorer la production. L'appel à communications a souligné qu'il est désormais reconnu et mieux compris que les approches précédentes de la vulgarisation industrielle et de la réalisation des Objectifs de développement durable (ODD) n'étaient pas toujours efficaces ou même compatibles.

Les approches multidisciplinaires sont reconnues depuis de nombreuses années bien que, peut-être, plus souvent dans des propositions et des mots plutôt que dans une application pratique à grande échelle. Le dialogue multidisciplinaire, par sa définition, engage plus d'une discipline dans la conception et la mise en œuvre de politiques, la recherche, la vulgarisation et l'adoption/l'utilisation de processus qui mènent au développement durable. Q63 a cherché à explorer comment une telle approche multidisciplinaire peut être améliorée avec des interactions améliorées et de nouvelles couches pour s'engager plus efficacement dans la réalisation des objectifs de développement durable? Plus précisément, la Q63 visait à identifier des exemples d'approches utilisées et à stimuler la réflexion sur d'autres améliorations pour rendre plus efficace le dialogue entre tous ceux qui sont engagés dans le développement durable. Les auteurs ont été invités à considérer la question dans le cadre de l'un des trois sous-thèmes :

Q.63.1: Dialogue social, consommateur, AQ de la chaîne d'approvisionnement, réputation et règlementaire

- Influence de l'assurance de la chaîne d'approvisionnement (privée, propriétaire, nationale, internationale) sur le système de production - irrigation, drainage, accès et allocation de l'eau, impact sur l'environnement, y compris la sécurité alimentaire, à l'échelle nationale
- Autorisation sociale, accès au marché, amélioration/protection de la réputation, gestion des crises
- Démontrer des références environnementales et un développement durable efficace, en évitant le «blanchiment écologique», etc.

1 Vice President Hon., ICID, E-mail: <ianwmakin@gmail.com>

Q.63.2: Dialogue au niveau technique par rapport à d'autres "niveaux"

- Niveau économique
- Niveau politique/gouvernemental
- Niveau juridique
- Niveau technologique (outils, dispositifs, systèmes)
- Niveau des sauvegardes contre (environnement, cybersécurité et social)

Q.63.3: Aborder les objectifs de développement durable de consommation et de production responsables (ODD 12)

- Chaîne d'approvisionnement
- Autorisation sociale
- Références environnementales

La question 63 ouvre un large éventail de questions allant des rôles et responsabilités des individus dans les professions agricoles, sociales et environnementales aux défis auxquels sont confrontées les institutions et les gouvernements pour créer des environnements politiques efficaces et pertinents pour atteindre les ODD. Il n'est donc pas surprenant que les auteurs des 39 articles présentent des approches et des points de vue différents sur le sujet (Tableau 1). En outre, des auteurs d'au moins 24 pays ont contribué aux articles examinés, représentant des situations économiques, des climats, des systèmes agricoles et des ressources en eau sensiblement différents. Les documents reflètent donc, dans une certaine mesure, l'échelle et l'orientation différentes des défis auxquels ces pays sont confrontés alors qu'ils cherchent à atteindre les ODD. Certains auteurs se sont concentrés sur des détails spécifiques de problèmes particuliers concernant les sujets tandis que d'autres présentent un aperçu plus large.

Il est peut-être inévitable, étant donné l'orientation principalement technique de la majorité des organisations et des individus qui composent la famille CIID, que la majorité des articles aient eu tendance à se concentrer sur les aspects technologiques, réglementaires et institutionnels des approches multidisciplinaires de la gestion de l'eau agricole et des ODD. Cependant, il est également clair qu'il est de plus en plus reconnu que l'agriculture irriguée et les responsabilités associées en matière de gestion de l'eau sont de plus en plus surveillées par la société. Les articles reflètent cette reconnaissance dans le contexte des paramètres socio-économiques du pays ciblé.

Les Rapporteurs généraux de Q63 ont été grandement aidés par Damien Pearson et Varun Ravi ainsi que les rapporteurs (Q63.1 - Kazumi Yamaoka et Claire Miller; Q63.2 - Mohamed Wahba et Jeff Camkin; et Q63.3 - Marco Arcieri et Carl Walters) qui ont lu et commenté sur les articles individuels et rassemblé des résumés concis et informatifs des articles dans le cadre de chaque sous-thème. Nous remercions les rapporteurs des sous-thèmes et l'Ir B. A. Chivate du Bureau Central CIID pour leur aide à soulager des rapporteurs généraux d'un poids. Plus important encore, nous remercions les équipes d'auteurs qui ont préparé des articles réfléchis et informatifs en réponse à l'appel à communications de Q63. Notre rapport s'appuie sur les rapports des rapporteurs du sous-thème, sur notre lecture des articles et sur notre évaluation des domaines sur lesquels une plus grande attention est nécessaire pour répondre au défi posé par Q63, « Quel rôle joue le dialogue multidisciplinaire pour atteindre les objectifs de développement durable?». Nous avons essayé d'éviter la répétition des rapports de sous-thèmes, mais plutôt de nous concentrer sur la présentation d'un aperçu de la réponse à Q63.

Tableau 1. Origine/pays d'intérêt des articles par sous-thème

Région	Q63.1	Q63.2	Q63.3	Total
Amérique centrale - sud - Caraïbe	1	1		2
Asie orientale		3		3
Europe		1		1
Global			2	2
MENA	2	4		6
Amérique du nord	1	1		2
Asie du Nord et Asie central	2	1	1	4
Océanie	2	4	1	7
Asie du sud	2	3	2	7
Asie du sud est	2			2
Afrique subsaharienne		2	1	3
Grand Total	**12**	**20**	**7**	**39**

Quel rôle joue le dialogue multidisciplinaire pour atteindre les objectifs de développement durable?

Il est reconnu que l'activité de l'agriculture irriguée exerce un impact potentiel sur l'ensemble des 17 ODD (Figure 1), de l'élimination de la pauvreté du monde (ODD 1) à l'élimination de la faim (ODD 2) en passant par la promotion de la collaboration et des investissements. (ODD 17). Fondamentalement, dans une plus ou moins grande mesure, la gestion des ressources en eau, l'approvisionnement en eau et l'assainissement, et les écosystèmes liés à l'eau (ODD 6) ont un impact sur les 17 ODD.

Figure 1. Les Objectifs de développement durable (Source : https://www.globalgoals.org/resources/)

La population mondiale devrait atteindre le chiffre de 9 600 millions d'ici 2050. Certaines estimations suggèrent que cette population aurait besoin des ressources naturelles de trois

planètes pour répondre aux besoins d'emploi et de consommation si les pratiques actuelles se poursuivent. Les modèles actuels de production et de consommation dans le monde peuvent entraîner un important gaspillage de ressources et, dans de nombreux cas, endommagent des écosystèmes naturels vitaux. Par conséquent, de nouvelles approches sont nécessaires qui utiliseront les ressources naturelles plus efficacement et qui permettront une redistribution équitable de l'utilisation des ressources parmi la population, offrant à chacun un accès à l'énergie, à l'eau potable et à une alimentation adéquate. L'eau agricole représentant généralement le plus grand utilisateur de l'eau dans les bassins fluviaux, la mise en œuvre et la gestion de l'irrigation et du drainage agricoles sont des éléments de plus en plus critiques dans les efforts de lutte contre le changement climatique et ses impacts (ODD 13).

La gestion de l'eau agricole est de plus en plus examinée par la société, ayant plus d'organisations de parties prenantes exprimant leurs souhaits pour les utilisations des ressources en eau. Ces questions sont abordées dans les réponses à Q63.1 (Dialogue social, consommateur, AQ de la chaîne d'approvisionnement, réputation et règlementaire) et examinées dans la discussion de Claire Miller sur l'utilisation de l'eau agricole dans le cadre d'une autorisation sociale d'exploitation où le dialogue multidisciplinaire est essentiel pour réduire les risques de conflit.

Dans Q63.2 (Dialogue au niveau technique), Mohamed Wahba et Jeff Camkin discutent des documents qui cherchaient à explorer les multiples couches institutionnelles où le dialogue est nécessaire pour accroître les actions efficaces pour atteindre les ODD. Là où il y a eu des progrès substantiels vers la réalisation des ODD, la communauté a joué un rôle essentiel dans la conduite des actions sur le terrain. Les parties prenantes, y compris les agriculteurs, qui n'étaient pas familiarisées avec les ODD au préalable ont pu comprendre et appliquer les concepts sous-jacents grâce à un renforcement des capacités approprié. Ils notent la nécessité d'une plus grande collaboration et du renforcement des partenariats comme essentiels pour atteindre les ODD et appliquer une approche de dynamique des systèmes pour traiter le lien entre l'eau, l'énergie, l'alimentation et l'environnement.

En examinant Q63.3 (Quelles parties devraient aborder l'ODD : 12 « onsommation et production responsables» ?) Marco Arcieri et Carl Walters ont pu se concentrer sur un seul ensemble d'objectifs, bien que les documents aient présenté un large éventail d'actions potentielles pour assurer modes de consommation et de production durables.

Un thème commun à de nombreux documents traitant de chacun des sous-thèmes est la nécessité d'un échange d'informations accru et amélioré entre les multiples parties prenantes impliquées dans les systèmes de production agricole, du niveau du terrain, à travers la chaîne d'approvisionnement, jusqu'aux consommateurs de produits alimentaires et de la fibre. La croissance démographique, l'augmentation de l'activité économique et les changements climatiques continueront d'exiger et d'entraîner des changements dans la façon dont l'agriculture devra fonctionner. Si nous ne fournissons pas suffisamment d'informations sur le fonctionnement de l'agriculture, en particulier sur l'utilisation des terres et des ressources en eau, nous tirerons probablement une évaluation de plus en plus défavorable du secteur, entraînant le retrait de «l'autorisation sociale d'exploitation» et l'utilisation croissante des contextes réglementaires. Les articles concernant sous-thème 63.1 avaient tendance à se concentrer sur la façon dont la technologie, le règlement et les forces institutionnelles façonnent la capacité de l'agriculture irriguée à atteindre les ODD. En se concentrant sur l'amélioration de l'efficacité de l'eau, de la qualité des terres et des sols, de la productivité et de la résilience au changement climatique, les documents ignorent largement comment les contextes sociaux, politiques et culturels plus larges façonnent également la capacité à atteindre les ODD. Les expériences menées dans le bassin Murray-Darling sont des démonstrations du

danger qui existait dans l'agriculture irriguée où la perception de l'agriculture irriguée comme un «problème» plutôt qu'une «partie de la solution» aux contraintes des ressources en eau génère un potentiel substantiel de points de vue contradictoires pour l'avenir de l'utilisation du bassin. La sensibilisation croissante aux services écosystémiques et à la durabilité conduit, dans de nombreux endroits, à remettre en question la légitimité de l'agriculture irriguée. Les médias et les activistes utilisent les idées préconçues du public sur la performance des services d'irrigation et de drainage pour accroître la pression sur les régulateurs et les dirigeants politiques afin qu'ils limitent l'agriculture irriguée, ignorant souvent les changements transformationnels substantiels qui ont été mis en œuvre par le secteur - par exemple par l'industrie australienne de la culture du coton (Michael Murray, Q63.3 PAP-169-4473 - Retiré).

La nécessité d'un dialogue multidisciplinaire efficace entre les parties prenantes des systèmes de ressources en eau et de l'agriculture irriguée est soulignée par Badra Kamaladasa (Q.63, R.63.3.06). La consultation avec les parties prenantes à travers un dialogue ouvert, impliquant les agriculteurs, le service d'irrigation, les services d'approvisionnement en eau, les agences de développement et les autorités locales et un mécanisme de suivi convenu a permis la réaffectation des ressources en eau de l'agriculture à l'approvisionnement municipal dans une zone où l'eau est rare. Kamaladasa souligne la nécessité de processus fiables et dignes de confiance pour s'attaquer à ces problèmes sensibles. Sheng-Fu Tsai et al (Q.63, R.63.2.01) illustrent les avantages similaires de réunir plusieurs parties prenantes, y compris les autorités nationales et locales avec les agriculteurs, pour identifier et mettre en œuvre des mesures à court, moyen et long terme pour accroître la résilience à la sécheresse et s'adapter au changement climatique. De même, Safaa Idriss (Q.63, R.63.2.09) a noté l'importance de la coordination entre les parties prenantes pour réduire les conflits dans l'allocation de l'eau et comme base pour améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau au Soudan.

Joseph et al. (Q.63, R.63.2.14) ont discuté de la manière dont les considérations intergénérationnelles sont reconnues, notant qu'il est possible que les contestations judiciaires des décisions concernant les allocations et les prélèvements d'eau puissent décider qu'un devoir de diligence est du aux utilisateurs futurs résultant en des allocations plus importantes aux écosystèmes pour la santé du système fluvial. Ricardo et Wahlin (Q.63, R.63.2.10) attirent l'attention sur l'importance des interventions de gestion, plutôt que de s'appuyer sur la technologie, pour obtenir une gestion durable des bassins versants et de la santé des bassins fluviaux. Walters et al. (Q.63, R.63.2.12) illustrent les délais longs nécessaires à la mise en place de transformations durables des systèmes agricoles irrigués. Les rôles essentiels d'informations techniques fiables, d'un dialogue inclusif entre les parties prenantes, de cadres politiques et juridiques favorables et d'une économie viable ne doivent pas être négligés pour permettre aux communautés d'avoir la confiance nécessaire pour conduire des changements. Farda Imanov et Anar Nuriyev (Q.63, R.63.3.04) discutent de l'importance d'informations fiables pour la prise de décision sur l'expansion de la zone irriguée en Azerbaïdjan, y compris la fourniture de débits écologiques.

Plusieurs articles dans chacun des sous-thèmes décrivent divers outils, technologies et modèles conçus pour améliorer la base d'informations pouvant être utilisée pour soutenir les dialogues entre les parties prenantes. Ceux-ci vont des modèles pour soutenir les décisions concernant les investissements individuels dans l'irrigation à la ferme, par ex. Bahadur et Upadhyaya (Q.63, R.63.3.02), à la cartographie des cultures à l'échelle régionale par Jafary et al. (Q.63, R.63.3.05) utilisant la télédétection par satellite et l'apprentissage automatique pour de nouvelles perspectives pour la recherche sur la gestion des ressources en eau. Yousoufi et al. (Q.63, R.63.1.12) décrivent l'utilisation de la comptabilité de l'eau pour permettre une meilleure compréhension de l'utilisation des eaux souterraines dans la plaine de Berrechid, au Maroc, comme base d'un plus grand engagement avec les utilisateurs de l'eau. Naghashian

et Kordi (1Q.63, R.63.1.10) abordent également la gestion durable des ressources en eaux souterraines, dans ce cas le Bozorg Qanat, Iran, reconnaissant que la gestion écologiquement durable de l'eau exige que les parties prenantes comprennent comment leurs activités interagissent dans la production et la consommation dans le contexte local.

Réflexions finales

Une gamme de thèmes liés émerge des documents.

Parmi celles-ci, il est nécessaire de continuer à se concentrer sur le développement des capacités des parties prenantes dans les secteurs de l'agriculture et de la gestion de l'eau. Il ne s'agit pas d'un nouvel appel à l'action sur la formation et le développement des capacités; cependant, ce qui est nouveau, c'est la reconnaissance de la nécessité de communiquer la valeur et les enjeux de la gestion de l'eau agricole au-delà des parties prenantes immédiates (agriculteurs, gestionnaires de réseaux, régulateurs du secteur de l'eau, etc.). Alors qu'une grande attention est portée au rôle de l'utilisation de l'eau agricole dans la gestion des ressources en eau et des écosystèmes connexes, la profession de l'irrigation et du drainage doit communiquer plus efficacement avec la société au sens plus large pour maintenir "l'autorisation sociale d'exploitation". Certains peuvent penser qu'il s'agit davantage d'un problème des économies plus avancées; cependant, l'intérêt pour la durabilité de l'environnement et le désir d'avoir accès à des écosystèmes prospères se font jour dans de nombreux pays. Que ce soit pour des communautés locales de plus en plus urbanisées, ou pour le soutien de l'industrie de l'écotourisme qui apporte de nouvelles ressources aux communautés, il est essentiel que le secteur agricole puisse communiquer ce que le secteur apporte à la société.

Une coordination accrue entre les parties prenantes reste un défi et des investissements sont nécessaires dans les nouveaux mécanismes pour engager les multiples disciplines qui jouent un rôle dans la chaîne d'approvisionnement, depuis la gestion des ressources en eau, l'irrigation, le drainage, la production agricole, la transformation, la commercialisation et la consommation. Les documents décrivent divers éléments des mécanismes et des systèmes de soutien requis, mais peu présentent un aperçu complet ou une étude de cas d'un système complet.

De nouveaux outils et technologies offrent de nouvelles perspectives sur la place de l'agriculture irriguée dans le paysage. Ces outils doivent rapidement quitter le domaine universitaire et de la recherche pour faire partie de la boîte à outils quotidienne de ceux qui sont impliqués dans toutes les facettes de l'agriculture irriguée. Il existe des preuves que cela se produit; cependant, il faut veiller à ce que les outils fournissent des informations utiles aux décideurs, que ce soit au niveau des agriculteurs individuels, des groupes d'usagers de l'eau, des exploitants de systèmes ou des gestionnaires des ressources en eau et des décideurs. La CIID peut jouer un rôle important en facilitant la diffusion des nouvelles technologies qui deviennent disponibles, en soutenant le développement des capacités parmi les organisations membres et en soutenant l'évaluation de la contribution des technologies à la réalisation des objectifs de performance.

L'agriculture irriguée et la gestion de l'eau agricole resteront des éléments essentiels des actions visant à assurer la sécurité alimentaire pour des 9,6 milliards de personnes qui devraient vivre sur la planète d'ici 2050. Cependant, alors que l'amélioration des systèmes de drainage et d'irrigation améliorerait les avantages économiques d'un rendement accru et l'utilisation plus efficace des intrants agricoles tels que les engrais et les produits agrochimiques, la société civile cherche à améliorer les performances écologiques et les systèmes agricoles

plus durables. Les demandes d'amélioration de la durabilité des systèmes agricoles exigeront que les parties prenantes qui composent les chaînes d'approvisionnement agricoles, à la fois les contributions et les rendements, communiquent efficacement sur le fonctionnement du secteur et les contributions substantielles de l'agriculture irriguée à la réalisation des ODD.

Des dialogues multidisciplinaires contribuent à la gestion des systèmes agricoles irrigués dans de nombreux endroits. Ces dialogues ont souvent tenu dans le but d'aborder les problèmes et les défis liés à la réalisation d'un ou plusieurs des ODD, même si les ODD ne sont pas explicitement identifiés comme des objectifs. Cependant, alors que la société reconnaît de plus en plus les défis de l'utilisation durable des écosystèmes dans les bassins fluviaux et le rôle de l'agriculture dans l'utilisation de l'eau, les professionnels de la gestion de l'eau doivent être prêts à s'engager avec des parties prenantes, souvent avec des intérêts et des expériences assez différents, pour assurer l'irrigation et le drainage peut conserver «l'autorisation sociale d'exploitation» du secteur, qui sera essentielle pour permettre l'importante contribution que l'agriculture doit apporter à la réalisation de nombreux ODD.

Pour essayer une réponse courte à la Q63 - Quel rôle joue le dialogue multidisciplinaire pour atteindre les objectifs de développement durable ? – il semble que les rôles essentiels soient: (i) permettre un échange de compréhension sur les préoccupations et les objectifs des différents groupes de parties prenantes; (ii) fournir une plateforme pour le développement des capacités des parties prenantes comme base pour la résolution d'objectifs contradictoires; et (iii) fournir une base pour la création d'une vision partagée de l'avenir pour le secteur dans la communauté concernée, y compris l'acceptation des compromis qui peuvent être nécessaires pour permettre la réalisation des objectifs convenus.

Abstracts of Papers received in Response to

Q.63.1: **Social, Consumer, Supply Chain QA, Reputation and Regulatory Dialogue /** Dialogue social, consommateur, AQ de la chaîne d'approvisionnement, réputation et règlementaire

INDEX OF ABSTRACT

Page No.

R.63.1.01 **The Importance of a Multidisciplinary Approach to Increase Agricultural Water Use Efficiencies** — 149
Importance D'une Approche Multidisciplinaire Pour Accroître L'efficacité De L'utilisation De L'eau Agricole
Damien Pearson, Global Business Development Manager, Rubicon Water (Australia)

R.63.1.02 **Agricultural Best Management Practices to Achieve Water Quality Goals for Irrigated Agriculture in Florida USA** — 152
Meilleures Pratiques De Gestion Agricole Pour Atteindre Les Objectifs De Qualité De L'eau Pour L'agriculture Irriguée En Floride, États-Unis.
Dukes, Michael (USA)

R.63.1.03 **Irrigation Self-Governance under Volcanic Conditions – Lessons from Progo and Opak Sub-Basins, Indonesia** — 154
Auto-Gouvernance De L'irrigation En Conditions Volcaniques - Leçons Apprises Des Sous-Bassins De Progo Et D'opak, Indonésie
Vicky Ariyanti, Rigakittyndya Tiamono, Shakti Rahadiyansyah Dwi Purwantoro (Indonesia)

R.63.1.04 **Imulti-Stakeholder Dialogues for Irrigation Reform in Ukraine** — 156
Dialogues Multi-Acteurs Pour La Réforme De L'irrigation En Ukraine
Prof. Dr. Zhovtonog, Olga, Dr. Polishchuk, Vitaliy, Dr. Hundertmark, Wilfried ,
M.Sc. Moen, Honk, M.Sc. Roest, Koen, and M.Sc. Roerink, Gerbert (Ukraine)

R.63.1.05 **Local Knowledge: A Comprehensive Agricultural System and Incremental Drought Adaptation Strategy for Javanese Society** — 158
Connaissances Locales: Un Système Agricole Global Et Une Stratégie D'adaptation À La Sécheresse Supplementaire Pour La Société Javanaise
Muhamad Khoiru Zaki and Keigo Noda (Indonesia)

R.63.1.06 **Water Resources Policy in Brazilian Surface Irrigation: Review and Perspectives** — 160
Politique Des Ressources En Eau Dans L'irrigation De Surface Au Brésil : Examen Et Perspectives
Catariny Cabral Aleman and Adelaide Cristielle Barbosa Da Silva (Brazil)

R.63.1.07 **Integrated Water Resource Management to Address the Growing Demand for Food and Water in South Asia** **161**
Gestion Intégrée Des Ressources En Eau Pour Répondre À La Demande Croissante De Nourriture Et D'eau En Asie Du Sud
Birendra Kc, Ian Mcindoe, John Bright, Andrew Dark, Bart Schultz, Krishna Prasad, Vishnu Prasad Pandey, Anubhav Chaudhary, Prithbi Man Thapa, Rohan Perera and Dillee Ram Dangi (New Zealand)

R.63.1.08 **Permaculture as a Multidisciplinary Framework for Irrigation Decision Making** **163**
Permaculture Comme Cadre Multidisciplinaire Pour La Prise De Décision En Matière D'irrigation
Smit, Michael (Australia)

R.63.1.09 **Multi-Stakeholder Approach to Implement Water Stewardship: A Case of Ghod River Basin** **164**
Approche Multipartenaire Pour La Mise En Oeuvre De L'intendance De L'eau : Un Cas Du Bassin De La Riviere Ghod
K Binoy , and Akhilesh Kumar Yadav (India)

R.63.1.10 **Comparative Study of Operating System from Bozorg Qanat in Biyarjomand of Semnan Province with Sustainable Development Concepts** **166**
Étude Comparative Du Système D'exploitation De Qanat Bozorg À Biyarjomand De La Province De Semnan Avec Des Concepts De Développement Durable
Meysam Naghashian and Shahram Kordi (Iran)

R.63.1.11 **Application of the Artificial Recharge System to One Representative Greenhouse Complex Zone** **168**
Application Du Système D'alimentation Artificielle À Une Zone Complexe Représentative D'une Serre
Byungsun Lee, Sangjin Seo, Wooho Myoung, Chan-Duck Jeong, Gyu-Sang Lee, And Sung-Ho Song (South Korea)

R.63.1.12 **Water Accounting for Better Groundwater Governance in the Berrechid Plain** **170**
Comptabilité De L'eau Pour Une Meilleure Gouvernance Des Eaux Souterraines Dans La Plaine De Berrechid
Ehssan El Meknassi Yousoufi, Ali Hammani, Marcel Kupe, Sami Bouarfa, and Domitille Vallee (Morocco)

THE IMPORTANCE OF A MULTIDISCIPLINARY APPROACH TO INCREASE AGRICULTURAL WATER USE EFFICIENCIES

IMPORTANCE D'UNE APPROCHE MULTIDISCIPLINAIRE POUR ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE L'UTILISATION DE L'EAU AGRICOLE

Damien Pearson, Global Business Development Manager, Rubicon Water[1]

ABSTRACT

As technology in the agricultural industry continues to evolve, so does the availability of rich data to assist governments, irrigation districts and farmers in making informed decisions. It is presently common for multiple parties to manage discrete links of the water supply chain – with management decisions for catchments and storages, natural carriers, irrigation canal networks, and farmers' irrigation schedules dispersed amongst multiple organizations using independent information and data sources.

Increasing the productivity, profitability and sustainability of agricultural water is essential to achieving multiple Sustainable Development Goals and are common objectives of researchers, governments, water authorities and farmers alike. Therefore, there is a need to develop multi-disciplinary dialogue by holistically combining 'catchment to crop' information and technologies to consolidate raw data into comprehensive insights for end-users and for the industry as a whole.

This paper reviews the availability of rich data from various sources to enable a multidisciplinary approach to maximize agricultural productivity while increasing agricultural water use efficiency. An integrated catchment management approach is presented that better supports a unified decision-making process to manage the delivery of water from catchment to the crop. This integrated multidisciplinary approach achieves optimal utilisation of available water resources and best mitigates the impacts of water shortages during droughts or excess run-off during flood events.

Managing water from its source to the root zone of the crop involves an approach that draws on the disciplines of agronomy, on-farm operations management, canal distribution infrastructure management, catchment management and multiple fields of research to collaboratively focus on the complete water supply chain. Traditional organizational boundaries have been defined by management structures designed for manual operations management and information sharing procedures. The advancement of technology has enabled the sharing of information across these historical organisational boundaries to facilitate new levels of resource management efficiency by considering the management of the complete water supply chain.

The outcomes of this multidisciplinary approach for maximising agricultural water use efficiency enable the full opportunity of investment in irrigation modernisation to be realised. A live example of such a system is presented, benefiting approximately 16,000 farmers in Australia's Murray-Darling Basin irrigated agricultural region. The system has been adopted as a shared interface for communications between irrigation districts and farmers for more than a decade. It has also been used by irrigators to host their soil moisture instrumentation data to inform their irrigation scheduling decisions. The system is now being augmented with micro-grid climate information

1 Rubicon Water, Damien.Pearson@rubiconwater.com

to better support precise irrigation scheduling and to aggregate district-wide weather data to provide irrigation districts and catchment managers with advanced information and forecasts of crop demand, enabling more precise water delivery system operations.

This system provides irrigation regions with a shared network of integrated tools to maximise their agricultural production with data-driven information and insights into when to irrigate and how much to apply, coupled with precision supply chain management to meet the needs of their on-farm water application methodologies.

Keywords : Scheme irrigation efficiency; Application losses; Rea-time weather measurement.

RESUME

Etant donné que la technologie dans l'industrie agricole continue d'évoluer, la disponibilité de données riches évolue également pour aider les gouvernements, les districts d'irrigation et les agriculteurs à prendre des décisions éclairées. Il est actuellement courant que plusieurs parties gèrent des liens discrets de la chaîne d'approvisionnement en eau - avec des décisions de gestion pour les bassins versants et les stockages, les transporteurs naturels, les réseaux de canaux d'irrigation et les programmation d'irrigation des agriculteurs dispersés entre plusieurs organisations utilisant des informations et des sources de données indépendantes.

L'augmentation de la productivité, de la rentabilité et de la durabilité de l'eau agricole est essentielle pour atteindre de multiples objectifs de développement durable et sont des objectifs communs des chercheurs, des gouvernements, des autorités de l'eau et des agriculteurs. Par conséquent, il est nécessaire de développer un dialogue multidisciplinaire en combinant de manière holistique les informations et les technologies «du bassin versant à la culture» pour consolider les données brutes en informations complètes pour les utilisateurs finaux et pour l'industrie dans son ensemble.

Cet article examine la disponibilité de données riches provenant de diverses sources pour permettre une approche multidisciplinaire afin de maximiser la productivité agricole tout en augmentant l'efficacité de l'utilisation de l'eau agricole. Une approche de gestion intégrée du bassin versant est présentée qui soutient mieux un processus de prise de décision unifié pour gérer la distribution de l'eau du bassin versant jusqu'à la culture. Cette approche multidisciplinaire intégrée permet une utilisation optimale des ressources en eau disponibles et atténue au mieux les impacts des pénuries d'eau pendant les sécheresses ou l'écoulement excessif pendant les inondations.

La gestion de l'eau de sa source à la zone racinaire de la culture implique une approche qui s'appuie sur les disciplines de l'agronomie, la gestion des exploitations agricoles, la gestion des infrastructures de distribution des canaux, la gestion des bassins versants et de multiples domaines de recherche pour se concentrer en collaboration sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement en eau. Les frontières organisationnelles traditionnelles ont été définies par des structures de gestion conçues pour la gestion manuelle des exploitations et les procédures de

partage d'informations. Le progrès réalisé dans la technologie a permis le partage d'informations à travers ces frontières organisationnelles historiques pour faciliter de nouveaux niveaux d'efficacité de la gestion des ressources en tenant compte de la gestion de la chaîne d'approvisionnement en eau complète.
Les résultats de cette approche multidisciplinaire pour maximiser l'efficacité de l'utilisation de l'eau agricole permettent de réaliser toutes les opportunités d'investissement dans la modernisation de l'irrigation.

Un exemple vivant d'un tel système est présenté, bénéficiant à environ 16 000 agriculteurs dans la région agricole irriguée du bassin Murray-Darling en Australie. Le système a été adopté comme interface partagée pour les communications entre les districts d'irrigation et les agriculteurs depuis plus d'une décennie. Il a également été utilisé par les irrigants pour animer leurs données d'instrumentation de l'humidité du sol afin d'éclairer leurs décisions de programmation de l'irrigation. Le système est maintenant complété par des informations climatiques sur les micro-réseaux pour mieux prendre en charge une programmation précise de l'irrigation et pour agréger les données météorologiques à l'échelle du district afin de fournir aux districts d'irrigation et aux gestionnaires de bassins versants des informations et des prévisions avancées sur la demande des cultures, permettant des exploitations plus précises du système de distribution d'eau.

Ce système fournit aux régions d'irrigation un réseau partagé d'outils intégrés pour maximiser leur production agricole avec des informations basées sur des données et des informations sur le moment d'irriguer et la quantité à appliquer, associées à une gestion précise de la chaîne d'approvisionnement pour répondre aux besoins de leurs méthodologies d'application de l'eau d'exploitation agricole.

Mots clés : Efficacité du système d'irrigation; Pertes d'application; Mesure météorologique à temps réel.

AGRICULTURAL BEST MANAGEMENT PRACTICES TO ACHIEVE WATER QUALITY GOALS FOR IRRIGATED AGRICULTURE IN FLORIDA U.S.A.

MEILLEURES PRATIQUES DE GESTION AGRICOLE POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS DE QUALITÉ DE L'EAU POUR L'AGRICULTURE IRRIGUÉE EN FLORIDE, ÉTATS-UNIS

Dukes, Michael[1]

ABSTRACT

Agricultural Best Management Practices (BMPs) are defined in Florida as, "...a means, a practice or combination of practices determined by the coordinating agencies, based on research, field testing and expert review, to be the most effective and practicable on-location means, including economic and technological considerations, for improving water quality in agricultural and urban discharges." BMPs have been utilized in the U.S.A. since the 1980's to prevent nonpoint source pollution and are intended to achieve water quality goals established for water bodies to meet their intended purpose. States are responsible for developing and maintaining water quality goals and accordingly have developed and implemented BMPs so that agriculture can meet these water quality goals. In Florida the agricultural BMP program was developed and is being implemented by the Florida Department of Agriculture and Consumer Services (FDACS) under its Office of Agricultural Water Policy (OAWP). Agricultural producers in watersheds with designated Basin Management Action Plans (BMAPs) are required to either implement BMPs or to conduct water quality monitoring to verify that their agricultural operation is not causing water quality problems. The BMAPs are the official plan determined by the state to bring watersheds into compliance with the Total Maximum Daily Load (TMDL) criterion for a particular waterbody. Waterbodies have TMDLs established by the state that specify how much of a particular pollutant a waterbody can accept and still meet its intended purpose such as water supply, recreation, etc. The science utilized to specify effects of BMPs is developed by scientists at the University of Florida based on research and communicated to producers to foster implementation via Extension education activities. Numerous BMPs have been developed by scientists at the University of Florida. This paper will outline some of those BMPs specific to irrigated agriculture and discuss future needs. An important BMP is recommendation of fertilizer rates in irrigated agriculture. Land grant universities in the U.S.A. have been developing fertilizer rate recommendations in agricultural production for over 100 years. In the Florida BMP program these rates are required to be followed by producers. These rates must be updated periodically to represent new production systems and plant varieties. As an example, recently the potato nitrogen rate recommendation has been updated based on individual grower yield goals rather a single number recommendation across all conditions state wide. Other BMPs that have been developed more recently include the widespread use of soil moisture sensors to assist growers with irrigation scheduling and ultimately reducing excess irrigation. These devices are incentivized by the state using cost share funding to help implement. Other activities by the University of Florida research and Extension faculty include on-farm nutrient management demonstrations to assist producers in understanding new technology and demonstration of new nutrient rate recommendations or controlled release fertilizer products. This paper discusses details of these research and Extension activities in the state of Florida. Finally, though there are numerous anecdotal stories of BMPs reducing water and nutrient consumption, hence likely decreasing nutrient loss to waterbodies, there remains little evidence of their effectiveness on a watershed scale.

1 Professor, University of Florida, Gainesville, Florida, U.S.A., mddukes@ufl.edu

Keywords: Best Management Practice, BMP, Water Quality.

RÉSUMÉ

Les meilleures pratiques de gestion agricole (BMP) sont définies en Floride comme «... un moyen, une pratique ou une combinaison de pratiques déterminées par les agences de coordination, sur la base de recherches, d'essais sur le terrain et d'examens d'experts, comme étant les plus efficaces et réalisables sur - des moyens de localisation, y compris des considérations économiques et technologiques, pour améliorer la qualité de l'eau dans les rejets agricoles et urbains.» Les BMP sont utilisées aux États-Unis depuis les années 1980 pour prévenir la pollution diffuse et visent à atteindre les objectifs de qualité de l'eau établis pour les plans d'eau afin d'atteindre leur objectif. Les États sont responsables de l'élaboration et du maintien des objectifs de qualité de l'eau et ont donc élaboré et mis en œuvre des PGB afin que l'agriculture puisse atteindre ces objectifs de qualité de l'eau. En Floride, le programme agricole BMP a été développé et est mis en œuvre par le Florida Department of Agriculture and Consumer Services (FDACS) dans le cadre de son Office of Agricultural Water Policy (OAWP). Les producteurs agricoles des bassins hydrographiques ayant des plans d'action de gestion de bassin (BMAP) désignés sont tenus de mettre en œuvre des BMP ou d'effectuer une surveillance de la qualité de l'eau pour vérifier que leur exploitation agricole ne cause pas de problèmes de qualité de l'eau. Les BMAP sont le plan officiel déterminé par l'État pour mettre les bassins versants en conformité avec le critère de la charge quotidienne maximale totale (TMDL) pour un plan d'eau particulier. Les plans d'eau ont des TMDL établis par l'État qui spécifient la quantité d'un polluant particulier qu'un plan d'eau peut accepter tout en remplissant son objectif prévu, comme l'approvisionnement en eau, les loisirs, etc. La science utilisée pour spécifier les effets des BMP est développée par des scientifiques de l'Université de Floride basée sur la recherche et communiquée aux producteurs pour favoriser la mise en œuvre via des activités d'éducation à la vulgarisation. De nombreux BMP ont été développés par des scientifiques de l'Université de Floride. Ce document décrira certaines de ces PGB spécifiques à l'agriculture irriguée et discutera des besoins futurs. Les taux d'engrais recommandés dans l'agriculture irriguée constituent une importante PGB. Les universités de concession de terres aux États-Unis élaborent des recommandations sur les taux d'engrais dans la production agricole depuis plus de 100 ans. Dans le programme Florida BMP, ces taux doivent être suivis par les producteurs. Ces taux doivent être mis à jour périodiquement pour représenter les nouveaux systèmes de production et variétés végétales. À titre d'exemple, récemment, la recommandation sur le taux d'azote de la pomme de terre a été mise à jour en fonction des objectifs de rendement individuels des producteurs plutôt qu'en une seule recommandation numérique dans toutes les conditions à l'échelle de l'État. D'autres MPG qui ont été développées plus récemment incluent l'utilisation généralisée de capteurs d'humidité du sol pour aider les producteurs à programmer l'irrigation et, en fin de compte, à réduire l'excès d'irrigation. Ces appareils sont incités par l'État à utiliser un financement à frais partagés pour aider à la mise en œuvre. D'autres activités de la faculté de recherche et de vulgarisation de l'Université de Floride comprennent des démonstrations de gestion des nutriments à la ferme pour aider les producteurs à comprendre les nouvelles technologies et la démonstration de nouvelles recommandations de taux de nutriments ou de produits d'engrais à libération contrôlée. Cet article traite des détails de ces activités de recherche et de vulgarisation dans l'État de Floride. Enfin, bien qu'il existe de nombreuses histoires anecdotiques de PGB réduisant la consommation d'eau et de nutriments, diminuant ainsi probablement la perte de nutriments dans les plans d'eau, il reste peu de preuves de leur efficacité à l'échelle du bassin versant.

Mots-clés : Meilleures pratiques de gestion, BMP, qualité de l'eau.

IRRIGATION SELF-GOVERNANCE UNDER VOLCANIC CONDITIONS – LESSONS FROM PROGO AND OPAK SUB-BASINS, INDONESIA

AUTO-GOUVERNANCE DE L'IRRIGATION EN CONDITIONS VOLCANIQUES - LEÇONS APPRISES DES SOUS-BASSINS DE PROGO ET D'OPAK, INDONÉSIE

Vicky Ariyanti[1], Rigakittyndya Tiamono, and Shakti Rahadiyansyah Dwi Purwantoro

ABSTRACT

The Indonesian government managed the irrigation sector with a centralized approach. However, the farmers through the water user association (WUA) do daily activities. The government's role in providing the main infrastructures will not succeed in delivering the irrigation service intended if the WUA is unable to self-govern the water. The method used for this study is qualitative, using sampling from 4 villages (cases) in the time frame of 2015-2019. The study uses the inhabitants of Progo and Opak Sub-Basins, located in the vicinity of a volcano, the Mt. Merapi as respondents. This study uses the concept of 'self-governance' as a lens to approach this phenomenon in a volcanic basin. The volcanic activities impact the region, which divided their self-governance into three phases of volcanic river basin management (VRBM) according to the eruption cycle. The phases are namely Normal (pre-eruption), Disaster (onset eruption), and Normal+ (post-eruption). Current management practices used in this study proposed that the volcanic conditions have impacts on the roles of the WUA members within the three phases. The success of self-governance depends on the existence of community actors known as the 'boundary spanners' in the governance theory. These actors have the networking ability to enable the linking of the three VRBM phases and to connect the government, community, and private sectors.

Keywords: Irrigation self-governance; Volcanic river basin; Water user association; Water management

RÉSUMÉ

Le gouvernement indonésien a géré le secteur de l'irrigation avec une approche centralisée. Cependant, les agriculteurs à travers l'Association des usagers de l'eau (WUA) font des activités quotidiennes. Le rôle du gouvernement dans la fourniture des principales infrastructures ne réussira pas à fournir le service d'irrigation prévu si l'AUE n'est pas en mesure d'autogérer leur eau. La méthode utilisée pour cette étude est qualitative, utilisant un échantillonnage de 4 villages (cas) dans la période 2015-2019. L'étude utilise comme défendeurs les habitants des sous-bassins de Progo et d'Opak, situés à proximité d'un volcan, le mont Merapi. Cette étude utilise le concept d'«auto-gouvernance» comme objectif pour aborder ce phénomène dans un bassin volcanique. Les activités volcaniques exercent l'impact sur la région, qui a divisé son autonomie en trois phases de gestion des bassins fluviaux volcaniques (VRBM) selon le cycle d'éruption. Les phases sont à savoir Normal (pré-éruption), Désastre (début d'éruption) et Normal+ (post-éruption). Les pratiques de gestion actuelles utilisées dans cette étude suggèrent que les conditions volcaniques exercent des impacts sur les rôles joués par les membres de l'AUE au cours des trois phases. Le succès de l'auto-gouvernance dépend de l'existence des acteurs communautaires appelés «boundary spanners» dans la théorie

1 vicky.ariyanti@pu.go.id

de la gouvernance. Ces acteurs ont la capacité de mise en réseau pour permettre la liaison des trois phases du VRBM et pour connecter les secteurs gouvernemental, communautaire et privé.

Mots-clés : Auto-gouvernance de l'irrigation; Bassin versant volcanique; Association d'usagers de l'eau; Gestion de l'eau.

MULTI-STAKEHOLDER DIALOGUES FOR IRRIGATION REFORM IN UKRAINE

DIALOGUES MULTI-ACTEURS POUR LA RÉFORME DE L'IRRIGATION EN UKRAINE

Prof. Dr. Zhovtonog, Olga[1], Dr. Polishchuk, Vitaliy[2], Dr. Hundertmark, Wilfried[3], M.Sc. Moen, Henk[4], M.Sc. Roest, Koen[5], and M.Sc. Roerink, Gerbert[6]

ABSTRACT

Reforms of the water sector and irrigation management transfer are in progress during almost two decades in Ukraine. During this period, the U.N. - Sustainable Development Goals were incorporated into the national environment policy and many other related reforms. That concerns especially irrigation reform, land reform, decentralization and rural development. The coordination of all those reforms, to find a balance between the interests of big agro-holdings, small and medium enterprises, smallholders and rural communities, is most critical. Recommendations for reforms in irrigation management transfer and integrated water and land management in rural areas were developed by many local and international projects during the period 2001-2019. It concerns 7 projects, nearly all of them were co-financed by the European Union, the Netherlands, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), World Bank, or Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Each of the implemented projects was based on a multi-disciplinary approach with broad involvement of local, regional and national stakeholders.

Lessons that can be learned from the previous projects could inspire policy makers and knowledge- and civil society institutions (NGO) how to create an enabling environment for further successful implementation of reforms. New multidisciplinary interrelationships, measures and tools are proposed for this, such as: integrated assessment of the current social-economic driving forces; broad introduction of Good Governance; climate change adaptation measures; knowledge dissemination and capacity building based on innovative (social) media and Information technologies (IT). The main condition to make multi-disciplinary dialogues feasible, is to introduce an integrated natural resources management planning approach on the level of the national Cabinet of Ministers. This could lead to a draft Law with a clear set-up of responsibilities and coordination networking activities and modern 'rules-of-the-

1 Leading researcher of the state institution "Institute of environmental economics and sustainable development of the National academy of sciences of Ukraine», Kyiv, Ukraine. E-mail: olgazhovtonog10@gmail.com

2 Heard of department, Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National academy of agrarian sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine E-mail: vitaliypolishchuk@ukr.net

3 Senior Irrigation Specialist, The World Bank, Washington DC, USA. E-mail: whundertmark@worldbank.org.

4 International freelance consultant in land- and water management and rural development. E-mail: henkmoen49@gmail.com

5 Retired scientist Wageningen University and Research, Wageningen, the Netherlands. E-mail:

6 Researcher, Alterra, Wageningen UR, Wageningen, the Netherlands. E-mail: Gerbert.**roerink**@wur.nl

game' for further reforms, between all involved authorities. This paper proposes as well to support these Ukrainian efforts to compose a Guideline for Irrigation reforms in the Ukraine and for comparable countries in cooperation with one of the Working Groups of the International Commission on Irrigation and Drainage (ICID).

Keywords: Irrigation reform; Multi-stakeholder; Multi-disciplinary; Law on transparent reforms; Voluntary ICID-Guideline.

RÉSUMÉ

Les réformes du secteur de l'eau et le transfert de la gestion de l'irrigation sont en cours depuis près de deux décennies en Ukraine. Au cours de cette période, les objectifs de développement durable des Nations Unies ont été intégrés à la politique nationale de l'environnement et à de nombreuses autres réformes connexes. Cela concerne notamment la réforme de l'irrigation, la réforme agraire, la décentralisation et le développement rural. La coordination de toutes ces réformes, pour trouver un équilibre entre les intérêts des grandes exploitations agricoles, des entreprises gérées par l'État, des petits exploitants et des communautés rurales, est des plus critiques. Des recommandations pour des réformes dans le transfert de la gestion de l'irrigation et la gestion intégrée de l'eau et des terres dans les zones rurales ont été élaborées par de nombreux projets locaux et internationaux au cours de la période 2001-2019. Il concerne 7 projets, presque tous cofinancés par l'Union européenne, les Pays-Bas, la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), la Banque mondiale ou l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Chacun des projets mis en œuvre reposait sur une approche multidisciplinaire avec une large implication des acteurs locaux, régionaux et nationaux.

Les leçons qui peuvent être tirées des projets précédents pourraient inspirer les décideurs politiques et les institutions du savoir et de la société civile (ONG) sur la manière de créer un environnement propice à la poursuite de la mise en œuvre réussie des réformes. De nouvelles interrelations, mesures et outils multidisciplinaires sont proposés pour cela, tels que : l'évaluation intégrée des forces motrices socio-économiques actuelles ; large introduction de la Bonne Gouvernance ; les mesures d'adaptation au changement climatique; diffusion des connaissances et renforcement des capacités sur la base des médias (sociaux) innovants et des technologies de l'information (TI). La principale condition pour rendre possible les dialogues multidisciplinaires est d'introduire une approche intégrée de planification de la gestion des ressources naturelles au niveau du Cabinet des ministres nationaux. Cela pourrait conduire à un projet de loi avec une définition claire des responsabilités et des activités de mise en réseau de la coordination et des «règles du jeu» modernes pour de nouvelles réformes, entre toutes les autorités concernées. Ce document propose également de soutenir ces efforts ukrainiens pour rédiger une ligne directrice pour les réformes de l'irrigation en Ukraine et pour des pays comparables en coopération avec l'un des groupes de travail de la Commission internationale des irrigations et du drainage (ICID).

Mots-clés : Réforme de l'irrigation ; multipartite ; Multidisciplinaire; Loi sur les réformes transparentes ; Directive volontaire CIID.

LOCAL KNOWLEDGE: A COMPREHENSIVE AGRICULTURAL SYSTEM AND INCREMENTAL DROUGHT ADAPTATION STRATEGY FOR JAVANESE SOCIETY

CONNAISSANCES LOCALES: UN SYSTÈME AGRICOLE GLOBAL ET UNE STRATÉGIE D'ADAPTATION À LA SÉCHERESSE SUPPLEMENTAIRE POUR LA SOCIÉTÉ JAVANAISE

Muhamad Khoiru Zaki[1] and Keigo Noda[2]*

ABSTRACT

Local knowledge can be defined as a person's ability to use his/her understanding and senses to respond to an event, object, or situation in the local environment. This paper presents the experience of Javanese peasants in using local knowledge made from the kingdom era (770 - 1855) for drought adaptation in their agricultural activities. *Titen* as a knowledge observation of the cosmographical and bio-climatological are the characters of this knowledge to arrange the agricultural activities in the fields. Unfortunately, outdated stigmatism to this knowledge, not scientifically explained and transformational adaptation practices makes it not familiar in the present. Therefore, we studied this knowledge more carefully from the blueprint of this knowledge in the Mangkunegaran palace and integrated with LINK methods supported by climate analysis and drought event to categorize scientifically explained, climate change adaptation, and disaster risk reduction. Moreover, we applied CMIP6 model with four (4) ensembles and two (2) Shared Socioeconomic Pathway (SSP) scenarios. The results showed that Pranata Mangsa could be scientifically explained and has been able to alleviate drought over climate change scenarios and different of time series such as historical, near time, and future projection. It means this knowledge could be used for the existing system combining the technology in the incremental adaptation concept.

Keywords: Local knowledge, Pranata Mangsa, Drought, CMIP6 model, adaptation.

RESUME

Les connaissances locales peuvent être définies comme la capacité d'une personne à utiliser sa compréhension et ses sens pour réagir à un événement, un objet ou une situation dans l'environnement local. Cet article présente l'expérience des paysans javanais dans l'utilisation des connaissances locales issues de l'ère du royaume (770-1855) pour l'adaptation à la sécheresse dans leurs activités agricoles. Titen comme une connaissance d'observation cosmographique et bio-climatologique sont les caractères de cette connaissance pour aménager les activités agricoles dans les champs. Malheureusement, la stigmatisation désuète de ce savoir, non expliqué scientifiquement et les pratiques d'adaptation transformationnelles le rendent peu familier dans le présent. Par conséquent, nous avons étudié ces connaissances plus attentivement à partir du plan directeur de ces connaissances dans le palais Mangkunegaran et les intégrées aux méthodes LINK appuyées par l'analyse climatique et les événements de sécheresse pour catégoriser l'explication scientifique de

1 Faculty of Agricultural Technology, Gadjah Mada University. Bulaksumur, Yogyakarta, Indonesia. 55281. E-mail: muhamad.khoiru@ugm.ac.id

2 Faculty of Applied Biological Sciences, Gifu University. Yanagido 1-1, Gifu, Japan. 501-1193. E-mail: anod@gifu-u.ac.jp

l'adaptation au changement climatique et la réduction des risques de catastrophe. De plus, nous avons appliqué le modèle CMIP6 avec quatre (4) ensembles et deux (2) Scénarios de Voie Socioéconomique Partagée (SSP). Les résultats ont montré que Pranata Mangsa pouvait être expliqué scientifiquement et était capable d'atténuer la sécheresse dans des scénarios de changement climatique et dans différentes séries chronologiques telles que les projections historiques, en temps réel et futures. Cela signifie que ces connaissances pourraient être utilisées pour le système existant combinant la technologie dans le concept d'adaptation supplémentaire.

Mots clés : Connaissances locales; Pranata Mangsa; Sécheresse; Modèle CMIP6; Adaptation.

WATER RESOURCES POLICY IN BRAZILIAN SURFACE IRRIGATION: REVIEW AND PERSPECTIVES

POLITIQUE DES RESSOURCES EN EAU DANS L'IRRIGATION DE SURFACE AU BRÉSIL : EXAMEN ET PERSPECTIVES

Catariny Cabral Aleman[1] and Adelaide Cristielle Barbosa da Silva[2]

ABSTRACT

The surface irrigated area in Brazil is 1.547 million hectares, out of which 1.129 million hectares is flooded rice production. Despite the low irrigation efficiency, surface irrigation has major area of use. Thus, the objective of this review was to address the situation of surface irrigation in Brazil, perspectives and public policies implicit in the process of granting water use for these purposes. It was noted that the adoption of technologies in surface irrigation systems can increase efficiency in water use, maximizing crop productivity and, consequently, positively impacting the sustainability of irrigated agriculture.

Keywords: Efficiency of water use; Technological advancements; Sustainability.

RESUME

La superficie irriguée au Brésil est de 1,547 million d'hectares de terre, dont 1,129 million d'hectares est utilisés pour la production de riz inondé. Malgré la faible efficacité de l'irrigation, l'irrigation de surface a un domaine d'utilisation majeur. Ainsi, cette revue vise à aborder la situation de l'irrigation de surface au Brésil, les perspectives et les politiques publiques implicites dans le processus d'allouer l'utilisation de l'eau à ces fins. Il a été noté que l'adoption de technologies dans les systèmes d'irrigation de surface peut accroître l'efficacité de l'utilisation de l'eau, maximiser la productivité agricole et, par conséquent, avoir un impact positif sur la durabilité de l'agriculture irriguée.

Mots clés : Efficacité de l'utilisation de l'eau; Progrès technologiques; Durabilité

1 Researcher and Professor at Agricultural Engineering Department, in Federal University of Viçosa, PH Rolfs Avenue, 0, Viçosa-MG, Brazil. E-mail: catariny@ufv.br

2 PhD student at Agricultural Engineering Department, in Federal University of Viçosa, PH Rolfs Avenue, 0, Viçosa-MG, Brazil. E-mail: adelaidecristielle@gmail.com

INTEGRATED WATER RESOURCE MANAGEMENT TO ADDRESS THE GROWING DEMAND FOR FOOD AND WATER IN SOUTH ASIA

GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU POUR RÉPONDRE À LA DEMANDE CROISSANTE DE NOURRITURE ET D'EAU EN ASIE DU SUD

Birendra KC[1], Ian McIndoe[2], John Bright[3], Andrew Dark[4], Bart Schultz[5], Krishna Prasad[6], Vishnu Prasad Pandey[7], Anubhav Chaudhary[8], Prithbi Man Thapa[9], Rohan Perera[10] and Dillee Ram Dangi[11]

ABSTRACT

With the increasing population and accelerated urbanization, demands for water are rising for different sectors around the world including in South Asia. Integrated water resource management (IWRM) offers a promising potential to address multifaceted water demands. This study therefore aimed to address this issue by: i) reviewing key issues related to water, land and food in South Asian countries; ii) exploring the prevalent irrigation management strategies in those countries; iii) examining the IWRM situation based on a Nepal case study and proposes some options to support effective implementation of IWRM.

South Asia, the home for 24% of the world's population but having only 15% and 7% of the world's arable and permanent crop land and water resources, respectively, is the worst affected region in the world from undernourishment considerations. Surface irrigation is the dominant irrigation application method in the region, which incurs high water losses due to the lack of flexible water control structures in canal networks. The Nepal case study revealed a lack of clear institutional arrangements to implement IWRM and disparate and conflicting views about IWRM. Creation and strengthening of basin-level water users organisations, technological improvements and awareness raising activities are some potential ways forward to implement IWRM.

Keywords: South Asia; IWRM; Nepal; undernourishment; Irrigation.

RÉSUMÉ

Avec l'augmentation de la population et l'urbanisation accélérée, la demande en eau augmente pour différents secteurs à travers le monde, y compris en Asie du Sud. La gestion intégrée

1 Civil Engineer (Irrigation & Water Resources), Aqualinc Research Limited, Christchurch, New Zealand, E- birendra@aqualinc.co.nz
2 Managing Director, Aqualinc Research Limited, Christchurch, New Zealand, E- i.mcindoe@aqualinc.co.nz
3 Research Director, Aqualinc Research Limited, Christchurch, New Zealand, E- j.bright@aqualinc.co.nz
4 Senior Water Resource Engineer, Aqualinc Research Limited, Christchurch, New Zealand, E- a.dark@aqualinc.co.nz
5 Prof. Em. Land and Water Development IHE Delft, Lelystad, the Netherlands, E- schultz1@kpnmail.nl
6 Irrigation and Water Resources Mgmt. Consultant, Janakpurdham, Nepal, E- kcpsah@gmail.com
7 Regional Researcher – Water & Climate, International Water Management Institute, Kathmandu, Nepal, E- V.Pandey@cgiar.org
8 Spokesperson (Irrigation Engineer), Water Resources Research and Development Centre, Lalitpur, Nepal, E- eranubhav78@yahoo.in
9 Managing Director, Jebi Engineers Pvt Ltd, Kathmandu, Nepal, E- thapapm@gmail.com
10 Director (Water Resources Planning), Ministry of Mahaweli, Agriculture, Irrigation & Rural Development, Colombo, Sri Lanka, E- lrhperera@yahoo.com
11 Civil Engineer, Vidhyut Utpadan Comapny Limited, Kathmandu, Nepal, E- mail2drdangi@gmail.com

des ressources en eau (GIRE) offre un potentiel prometteur pour répondre aux multiples demandes en eau. Cette étude visait donc à résoudre ce problème en: i) passant en revue les principaux problèmes liés à l'eau, à la terre et à l'alimentation dans les pays d'Asie du Sud; ii) explorer les stratégies de gestion de l'irrigation qui prévalent dans ces pays; iii) examiner la situation de la GIRE sur la base d'une étude de cas au Népal et proposer quelques options pour soutenir la mise en œuvre efficace de la GIRE.

L'Asie du Sud, qui abrite 24% de la population mondiale mais qui ne possède respectivement que 15% et 7% des terres arables et des terres agricoles permanentes et des ressources en eau du monde, est la région du monde la plus touchée par la sous-alimentation. L'irrigation de surface est la méthode d'application d'irrigation dominante dans la région, qui entraîne des pertes d'eau élevées en raison du manque de structures flexibles de contrôle de l'eau dans les réseaux de canaux. L'étude de cas du Népal a révélé un manque d'arrangements institutionnels clairs pour mettre en œuvre la GIRE et des points de vue disparates et contradictoires sur la GIRE. La création et le renforcement des organisations d'usagers de l'eau au niveau du bassin, les améliorations technologiques et les activités de sensibilisation sont des moyens potentiels de mettre en œuvre la GIRE.

Mots clés: T Asie du sud; Gestion intégrée des ressources en eau; L'eau; Terre; Nourriture; la sous-alimentation; Irrigation.

PERMACULTURE AS A MULTIDISCIPLINARY FRAMEWORK FOR IRRIGATION DECISION MAKING

PERMACULTURE COMME CADRE MULTIDISCIPLINAIRE POUR LA PRISE DE DÉCISION EN MATIÈRE D'IRRIGATION

Smit, Michael[1]

ABSTRACT

Multi-disciplinary dialogue engages, by its definition, more than one discipline in design and implementation of policy, research, extension and adoption/use of processes that lead to sustainable development. Our Sustainable Development goal requires an integrated approach combining sustainable food production systems, increased productivity with increased resilience, maintain ecosystems, respond to natural disaster and improve land and soil quality. Permaculture is a multidisciplinary framework that has a special focus on water management practices and may meet these criteria.

Keywords: Permaculture**;** Drainage; Agriculture; Irrigation; Flood Management.

RÉSUMÉ

Le dialogue pluridisciplinaire engage, par définition, plus d'une discipline dans la conception et la mise en œuvre de la politique, de la recherche, de la vulgarisation et de l'adoption/utilisation des processus qui conduisent au développement durable. Notre Objectif de développement durable nécessite une approche intégrée combinant des systèmes de productions alimentaires durables, une productivité accrue avec une meilleure résilience, le maintien des écosystèmes, la réponse aux catastrophes naturelles et l'amélioration de la qualité des terres et des sols. La permaculture est un cadre multidisciplinaire qui met l'accent sur les pratiques de gestion de l'eau et peut répondre à ce critère.

Mots clés : Permaculture; Drainage; Agriculture; Irrigation; Gestion des inondations.

1 Technical and Sustainability Manager, Kingspan Australia michael.smit@kingspan.com

MULTI-STAKEHOLDER APPROACH TO IMPLEMENT WATER STEWARDSHIP: A CASE OF GHOD RIVER BASIN

APPROCHE MULTIPARTENAIRE POUR LA MISE EN OEUVRE DE L'INTENDANCE DE L'EAU : UN CAS DU BASSIN DE LA RIVIERE GHOD

K Binoy[1], and Akhilesh Kumar Yadav [2]

ABSTRACT

ITC Limited, an Indian conglomerate under its water Stewardship programme implemented a collaborative and multi-stakeholder approach for ensuring 'Water for all - Today and Tomorrow". A detailed methodology for implementation of Water stewardship was undertaken; 1. Assessment and creation of annual water balance in defined basins and aquifers 2. Developing plan by supply side augmentation and demand side management 3. Collaborative action by engaging with community and other stakeholders for achieving water positive status.

Ghod is a tributary of Krishna which flows across Pune and Ahmednagar districts of Maharashtra, India. Ghod basin is spread over 3.58 lakh hectares. Upper ridges of basin receiving 3,000 mm while lower areas receive 450-500 mm rainfall annually. This basin has high density of dams with a total storage potential of 44.89 thousand Million Cubic feet (TMC). Ghod basin has a positive water balance on annual basis, but in post monsoon season it has a deficit of 61.91 Million Cubic Meter (MCM). This makes it necessary to hold more water within the basin during monsoon season and release it in post-monsoon season. Groundwater potential of the Ghod river basin was estimated to be 510.34 MCM which is equivalent to 111.49mm of rainfall. To manage the water deficit in post monsoon season, there is a need to (a) restore upstream dams to original storage capacity by reducing silt load, (b) increase sub-surface flows into dams throughout the year through managed aquifer recharge with Forest department; (c) reduce demand on water primarily from agriculture (d) Implement conjunctive water management for improving delivery efficacy in Irrigated areas with State Irrigation department.

Keywords: Water Stewardship; Multi-Stakeholder Partnership; Participatory Irrigation Management; Conjunctive Water Management; Crop Water Productivity; Climate Smart Agriculture; Aquifer Management.

RESUME

L'ITC Limited, un conglomérat indien dans le cadre de son programme de gestion de l'eau, a mis en œuvre une approche collaborative et multipartenaires pour garantir «l'eau pour tous aujourd'hui et demain». Une méthodologie détaillée a été entreprise pour la mise en œuvre de l'intendance de l'eau; 1. Évaluation et création d'un bilan hydrique annuel dans les bassins et aquifères définis; 2. Élaboration d'un plan par l'augmentation de l'offre et la gestion de la demande; 3. Prise d'action collaborative en s'engageant avec la communauté et d'autres parties prenantes pour atteindre l'état positif de l'eau.

La rivière Ghod est un affluent de la rivière Krishna qui traverse les districts de Pune et d'Ahmednagar de l'Etat de Maharashtra, en Inde. Le bassin de Ghod s'étend sur une

1 Regional Manager (Actg), East, Social investments Programme, ITC Limited, k.binoy@itc.in
2 Regional Manager, North, Social investments Programme, ITC Limited, Akhilesh.yadav@itc.in

superficie de 3,58 millions d'hectares. Les lignes de faîte supérieures du bassin reçoivent 3 000 mm tandis que les zones inférieures reçoivent 450 à 500 mm de pluie par an. Ce bassin a une forte densité de barrages avec un potentiel de stockage total de 44,89 mille millions de pieds cubes (TMC). Le bassin de Ghod a un bilan hydrique positif sur une base annuelle, mais après la saison de la mousson, il rencontre un déficit de 61,91 millions de mètres cubes (MCM). Cela rend nécessaire de retenir plus d'eau dans le bassin pendant la saison de la mousson et de la libérer pendant la saison post-mousson. Le potentiel des eaux souterraines du bassin de la rivière Ghod a été estimé à 510,34 MCM, ce qui équivaut à 111,49 mm de précipitations. Pour gérer le déficit en eau après la saison de la mousson, il est nécessaire de – (a) restaurer les barrages en amont à leur capacité de stockage d›origine en réduisant la charge des sédiments, (b) augmenter les débits souterrains dans les barrages tout au long de l›année grâce à la gestion de la recharge de l›aquifère avec le Département des forêts, (c) réduire la demande en eau principale de l›agriculture, (d) mettre en œuvre une gestion conjointe de l›eau pour améliorer l›efficacité de la distribution dans les zones irriguées par le Département d›irrigation de l›État.

Mots-clés : Intendance de l'eau; Partenariat multipartenaires; Gestion participative de l'irrigation; Gestion conjointe de l'eau; Productivité de l'eau agricole; Agriculture intelligente face au climat; Gestion des aquifères.

COMPARATIVE STUDY OF OPERATING SYSTEM FROM BOZORG QANAT IN BIYARJOMAND OF SEMNAN PROVINCE WITH SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONCEPTS

ÉTUDE COMPARATIVE DU SYSTÈME D›EXPLOITATION DE QANAT BOZORG À BIYARJOMAND DE LA PROVINCE DE SEMNAN AVEC DES CONCEPTS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Meysam Naghashian [1] and Shahram Kordi [2]

ABSTRACT

It has been a long time since growing communities and formation of cities and development of, water resource management assume important to government. Over time by revealing of government's inability in supply management, water distribution and consumption and on the other hand population's increase and as a result, this leads to increase in water demand specially in industry and agriculture sectors. Experts and researchers present new method of water management where at, government and water consumer level guide and control some related tasks of water management in partnership and cooperation with each other.

In such an approach of participation and it's a process it meets community needs without excessive consumption and damage of resources related to posterity and it also promotes people's standard of living in a way that preserves future resources for instantly demands supply. According to this and achieve such a goal the main elements for sustainable development are as follows: environmental, social, economical, and cultural aspects. In the definition of participative management processes for achievement of sustainable development, these elements should be considered. The combination of participation with sustainable development concepts is one problem that is mostly in promotion of participation concepts and it comes with persuasion of local communities for participation in it was tested for an arid and desert areas, a distant past and with no interference of governors or participation with them, it uses specific systems of operation for water resources management for proper resources management, all this works have done very well. Also presence of Qanat in Iran, is the cradle of one of the oldest human's inventions in water supply and transfer, it had caused to form codified operation system for Qanats management without creating of social tension and it damages to available water resources.

This article is attempted to examine operation system of Bozorg Qanat in biyarjomand of semnan province comparatively with new approaches of integrated partnerships which focuses on sustainable development concepts with the involvement of people in water resources management and it can overcome the crisis of increasing decline of ground water resources. According to surveys done and adopting the concepts of public participation and sustainable development with current traditional system in big a Qanat management of biyarjomand, it is indicated that the operation system of protection of social and economic justice, also it has helped in preserving environment and cultural functions for many years and the unity's factor of people's solidarity in severe weather and region conditions. In other words, indigenous Qanats, water extraction process, eco-friendly and non destructive, incorporates social culture and also helps in developing economic mechanism, all of these factors originate from operation system with sustainability approach of water resource in Qanat.

Keywords: Sustainable development; Public participation; Qanat of Biyarjomand.

1 Semnan Agricultural Jihad Organization, Semnan, Iran, meysam60ir@yahoo.com
2 Semnan Agricultural Jihad Organization, Semnan, Iran, kordy1174@yahoo.com

RESUME

Il y a longtemps que la croissance des communautés, la formation de villes et le développement de la gestion des ressources en eau deviennent importants pour le gouvernement. Au fil du temps, en révélant l'incapacité du gouvernement à gérer l'approvisionnement, la distribution et la consommation d'eau et, d'autre part, l'augmentation de la population, cela a mené à une augmentation de la demande en eau, en particulier dans les secteurs de l'industrie et de l'agriculture. Des experts et des chercheurs présentent une nouvelle méthode de gestion de l'eau où, au niveau du gouvernement et du consommateur d'eau, ils guident et contrôlent certaines tâches liées à la gestion de l'eau en partenariat et en coopération avec les uns avec les autres.

Dans une telle approche de participation et c'est un processus, il répond aux besoins de la communauté sans consommation excessive ni dommage des ressources liées à la postérité et il favorise également le niveau de vie des personnes d'une manière qui préserve les ressources futures pour l'approvisionnement instantané. D'après cela et pour atteindre un tel objectif, les principaux éléments du développement durable sont les suivants : aspects environnementaux, sociaux, économiques et culturels. Dans la définition des processus de gestion participative pour la réalisation du développement durable, ces éléments doivent être pris en compte. La combinaison de la participation avec les concepts de développement durable est un problème qui réside principalement dans la promotion des concepts de participation et qui s'accompagne de la persuasion des communautés locales pour que la participation y soit testée pour des zones arides et désertiques, un passé lointain et sans intrusion des gouverneurs ou participation avec eux, il utilise des systèmes spécifiques d'exploitation pour la gestion des ressources en eau pour une bonne gestion des ressources, tous ces travaux ont très bien fonctionné. La présence de Qanat en Iran, qui est le berceau de l'une des plus anciennes inventions humaines dans l'approvisionnement et le transfert d'eau, elle avait donné lieu à la formation d'un système d'exploitation codifié pour la gestion des Qanats sans créer de tensions sociales et de dommages aux ressources en eau disponibles.

Cet article essaie d'examiner le système d'exploitation de Qanat de Bozorg à Biyarjomand de la province de Semnan par rapport aux nouvelles approches de partenariats intégrés qui se concentrent sur les concepts de développement durable avec l'implication des personnes dans la gestion des ressources en eau et qui peuvent surmonter la crise du déclin croissant des ressources en eaux souterraines. Selon les enquêtes réalisées et adoptant les concepts de participation publique et de développement durable avec le système traditionnel actuel dans la grande gestion de Qanat du Biyarjomand, il est indiqué que le fonctionnement du système de protection de la justice sociale et économique a également contribué à la préservation de l'environnement et des fonctions culturelles pendant de nombreuses années et le facteur d'unité de la solidarité populaire dans les conditions météorologiques et régionales extrêmes. En d'autres termes, les Qanats indigènes, le processus de prélèvement de l'eau, respectueux de l'environnement et non destructeur, intègrent la culture sociale et aident également au développement du mécanisme économique. Tous ces facteurs proviennent du système d'exploitation avec une approche de durabilité des ressources en eau à Qanat.

Mots clés : Développement durable; Participation du public; Qanat de Biyarjomand.

+APPLICATION OF THE ARTIFICIAL RECHARGE SYSTEM TO ONE REPRESENTATIVE GREENHOUSE COMPLEX ZONE

APPLICATION DU SYSTÈME D'ALIMENTATION ARTIFICIELLE À UNE ZONE COMPLEXE REPRÉSENTATIVE D'UNE SERRE

Byungsun Lee[1] *, Sangjin Seo, Wooho Myoung, Chan-Duck Jeong, Gyu-Sang Lee, and Sung-Ho Song

ABSTRACT

This study was conducted to examine an artificial recharge system which was considered to be an alternative for securing additional groundwater resources to one high-density greenhouse complex zone, South Korea. An injection well with a depth of 14.0 m was placed in an alluvial plain of the zone. Eight monitoring wells were placed in a shape of dual circles around the injection well. Aquifer tests demonstrated hydraulic conductivities ranging in 1.5×10^{-3}~2.4×10^{-2} cm sec^{-1} and storage coefficients ranging in 0.07~0.10, indicating characteristics of a relatively high-permeable layer. A step injection test resulted in a specific groundwater-level rising (S_r Q^{-1}) values ranging of 0.013~0.018 day m^{-2} and 64~92% of injection efficiencies. Results of a constant-rate injection test during ten experimental days with an optimal injection rate of 100 m^3 day^{-1} explained an enormous storage capacity of the alluvial aquifer.

Question 63

During the constant-rate injection test, most of hydro-physical properties including pH, EC, and temperature were stable in dual monitoring wells whereas dissolved oxygen (DO) value slightly increased due to an injection of surface water with high DO concentrations. For drawing a detailed design on an artificial recharge, the high permeable layer should be isolated by dual packers and suitable pressure should be applied to the injection well in order to store water. An anisotropy ratio of the alluvial aquifer was evaluated to be approximately 1.25 : 1 with an anisotropy angle of 71 degrees, explaining the injected water evenly dispersed into the aquifer. It meant an array of injection wells for artificial recharge should follow uniform distribution in order to achieve maximal injection of water over the study area. Results of this study were reflected to the actual design of the artificial recharge system in this study area, therefore, a total amount of injected groundwater would be determined as 8,700 m^3 d^{-1}.

Keywords : Artificial recharge; Monitoring wells; Injection wells; shallow aquifer.

RESUME

Cette étude a été menée pour étudier un système d'alimentation artificielle considéré comme une alternative pour sécuriser des ressources supplémentaires en eaux souterraines dans une zone complexe de serres à haute densité, en Corée du Sud. Un puits d'injection d'une profondeur de 14,0 m a été placé dans une plaine alluviale de la zone. Huit puits de surveillance ont été placés en forme de doubles cercles autour du puits d'injection. Les tests d'aquifère ont démontré des conductivités hydrauliques allant de $1,5\times10^{-3}$~$2,4\times10^{-2}$ cm sec^{-1} et des coefficients de stockage allant de 0,07~0,10, indiquant les caractéristiques d'une couche hautement perméable. Un test d'injection par étapes a donné des valeurs spécifiques d'élévation du niveau de

1 byungsun94@ekr.or.kr

la nappe phréatique (S_r Q^{-1}) allant de 0,013 à 0,018 jour m^{-2} et à l'efficacité d'injection de 64 92%. Les résultats d'un essai d'injection à débit constant pendant dix jours expérimentaux avec un débit d'injection optimal de 100 m^3 $jour^{-1}$ ont expliqué une énorme capacité de stockage de l'aquifère alluvial.

Au cours d'un essai d'injection à débit constant, la plupart des propriétés hydrophysiques, y compris le pH, l'EC et la température, étaient stables dans les puits de surveillance doubles, tandis que la valeur de l'oxygène dissous (OD) augmentait légèrement en raison d'une injection d'eau de surface avec des concentrations élevées d'OD. Pour dessiner une conception détaillée sur une alimentation artificielle, la couche hautement perméable doit être isolée par des obturateurs doubles et une pression appropriée doit être appliquée au puits d'injection afin de stocker l'eau. Un rapport d'anisotropie de l'aquifère alluvial a été évalué à environ 1,25 : 1 avec un angle d'anisotropie de 71 degrés, expliquant que l'eau injectée est dispersée uniformément dans l'aquifère. Cela signifiait qu'un réseau de puits d'injection pour l'alimentation artificielle devait suivre une distribution uniforme afin d'obtenir une injection maximale d'eau sur la zone d'étude. Les résultats de cette étude ont été reflétés dans la conception réelle du système d'alimentation artificielle dans cette zone d'étude, par conséquent, une quantité totale de l'eau souterraine injectée serait déterminée à 8 700 m^3 d^{-1}.

Mots clés : Alimentation artificielle; Puits de contrôle; Puits d'injection; Aquifère de faible profondeur.

WATER ACCOUNTING FOR BETTER GROUNDWATER GOVERNANCE IN THE BERRECHID PLAIN

COMPTABILITÉ DE L'EAU POUR UNE MEILLEURE GOUVERNANCE DES EAUX SOUTERRAINES DANS LA PLAINE DE BERRECHID

Ehssan El Meknassi Yousoufi[1], Ali Hammani[1], Marcel Kuper[2], Sami Bouarfa[3], and Domitille Vallee[4].

ABSTRACT

The increasing water scarcity is an issue requiring a real improvement in water resources governance and management. The Berrechid plain in Morocco is experiencing a water deficiency. Aquifer management plans are difficult to be implemented due to the lack of effective regulation and non involvement of water users. A better understanding of the water dynamics is a crucial step for developing effective water use strategies. Water Accounting (WA) is a tool that is increasingly recommended worldwide to support integrated water resources management and to promote efficiency and transparency in water resource planning and management. It is a procedural analysis-based approach of the water resources supply and demand; water uses and its trends at the basin level. The objective targeted by this process is to measure the impacts of water withdrawals on water resources sustainability.

This research aims to highlight the feasibility and relevance of setting up a water accounting system for groundwater management, in Berrechid plain (West of Morocco). In this regard, a rapid water accounting focusing on groundwater sustainability was implemented as the first cycle of the WA system. The study has identified and quantified various aspects of water resources, water consumption, water uses, water withdrawals, and has estimated the annual groundwater decrease during the period from 2000 to 2018. The Berrechid aquifer evolved towards a state of basin closure due to the gradual increase in irrigated areas, the shifting from rain fed to irrigated crops, and to some agricultural practices, in particular, the postponement of the carrot harvesting to enable its storage in the ground. While the total renewable water resources are estimated to be an average of 514 million m^3, a volume of 540 million m^3 is consumed annually (green and blue water), which results in a withdrawal of an average of 32 million m3 on the **non-**renewable aquifer stock. Fractional analysis of the water balance shows that dewatering threatens this aquifer if no action is undertaken in the short term. An action plan that promotes better regulation of water supply and water demand is identified based on the analyses of collected data. It is recommended to institutionalize a water accounting system to support the groundwater contract process and to improve water governance in the Berrechid plain.

Keywords: Water accounting, Groundwater, governance, Berrechid aquifer.

RESUME

La pénurie d'eau est un problème nécessitant une amélioration réelle de la gouvernance et de la gestion des ressources en eau. La plaine de Berrechid au Maroc connaît la pénurie d›eau. Les plans de gestion des aquifères sont difficiles à mettre en œuvre en raison du

1 ehssan.elmeknassi@gmail.com

manque de règlement efficace et de la non-participation des usagers de l'eau. Une meilleure compréhension de la dynamique de l'eau est une étape cruciale pour développer des stratégies efficaces d'utilisation de l'eau. La Comptabilité de l'eau (WA) est un outil de plus en plus recommandé dans le monde pour soutenir la gestion intégrée des ressources en eau et promouvoir l'efficacité et la transparence dans la planification et la gestion des ressources en eau. Il s'agit d'une approche basée sur l'analyse de procédure de l'offre et de la demande des ressources en eau; les usages de l'eau et leurs tendances au niveau du bassin. Ce processus vise à mesurer les impacts des prélèvements d'eau sur la durabilité des ressources en eau.

Cette recherche vise à mettre en évidence la faisabilité et la pertinence de la mise en place d'un système de comptabilité de l'eau pour la gestion des eaux souterraines dans la plaine de Berrechid (Ouest du Maroc). À cet égard, une comptabilisation rapide de l'eau axée sur la durabilité des eaux souterraines a été mise en œuvre dans le cadre du premier cycle du système WA. L'étude a identifié et quantifié divers aspects des ressources en eau, de la consommation d'eau, des usages de l'eau, des prélèvements d'eau, et a estimé la diminution annuelle des eaux souterraines au cours de la période de 2000 à 2018. L'aquifère de Berrechid a évolué vers un état de clôture du bassin en raison de l'augmentation des superficies irriguées, le passage des cultures pluviales aux cultures irriguées, et à certaines pratiques agricoles, notamment le report de la récolte de la carotte pour permettre son stockage dans le sol. Alors que les ressources en eau renouvelables totales sont estimées à 514 millions de m^3 en moyenne, un volume de 540 millions de m^3 est consommé annuellement (eau verte et bleue), ce qui se traduit par un prélèvement de 32 millions de m^3 en moyenne du stockage d'aquifère non renouvelable. L'analyse fractionnaire du bilan hydrique montre que l'assèchement menace cet aquifère si aucune action n'est entreprise à court terme. Un plan d'action favorisant un meilleur règlement de l'approvisionnement en eau et de la demande en eau est identifié sur la base des analyses des données recueillies. Il est recommandé d'institutionnaliser un système de comptabilité de l'eau pour soutenir le processus contractuel des eaux souterraines et améliorer la gouvernance de l'eau dans la plaine de Berrechid.

Mots-clés : Comptabilité de l'eau; Eaux souterraines; Gouvernance; Aquifère de Berrechid.

Abstracts of Papers received in Response to

Q.63.2: **Technical Level Dialogue vs Other "Levels"/** Dialogue au niveau technique par rapport à d'autres "niveaux"

INDEX OF ABSTRACT

Page No.

R.63.2.01 **The Hydrological Processes of Taiwan's Severe Drought Event During 2020-21 - and the Experience of Irrigation Strategies for Fighting Drought** — **177**
Processus Hydrologiques De La Grave Sécheresse De Taïwan En 2020-21 - Et Expérience Des Stratégies D'irrigation Pour Lutte Contre La Sécheresse
Sheng-Fu Tsai, Ming-Tee Hung, Chih-Bin Chu, Lung-Sheng Hsieh and Peng-Jui Wang (Chinese Taipei)

R.63.2.02 **Soil Moisture Content, Salinity and Soil Texture are all Mapped by Electrical Conductivity But How Do We Use and Decipher Such Maps** — **179**
La Teneur En Humidité Du Sol, La Salinité Et La Texture Du Sol Sont Tous Cartographisés Par La Conductivité Électrique, Mais Comment Utilisons-Nous Et Décryptons-Nous Ces Cartes
David Allen, and James Kiptoo Ohanga (Australia)

R.63.2.03 **A Techno-Economical Approach to Improve the Performance of Drip Irrigation for Wheat under Saline and Water Deficiency Conditions** — **181**
Approche Technico-Économique Pour Améliorer Les Performances De L'irrigation Goutte-À-Goutte Du Blé Dans Des Conditions De Salinité Et De Manque D'eau
Rahimian, Mohammad Hassan, Gholami, Hassan, Ranjbar, Gholamhassan and Nikkhah, Majid (Iran)

R.63.2.04 **Challenges and Solutions of Providing Irrigation in Saline Soil: Case Study of Saradar Sarover Project, Gujarat, India** — **183**
Défis Et Solutions Pour Assurer L'irrigation Dans Un Sol Salin : Étude De Cas Du Projet Saradar Sarover, Gujarat, Inde
Vivek Kapadia (India)

R.63.2.05 **Multi-Disciplinary Approach for Sustainable Development of Irrigation Networks Using Water, Energy, and Food Nexus-System Dynamics** — **186**
Approche Multidisciplinaire Pour Le Développement Durable Des Réseaux D'irrigation En Utilisant La Dynamique Du Système De *Lien Entre L'eau, L'énergie Et L'alimentation*
Ghorbani Elham, Monem Mohammad Javad (Iran)

R.63.2.06 **Impact of Covid-19 Pandemic on Achieving Sustainable Development Goals in India** **188**
Impact De La Pandémie De Covid-19 Sur L'atteinte Des Objectifs De Développement Durable En Inde
Ms. Shivani Sangle and Dr. Shivaji Sangle (India)

R.63.2.07 **Potential Constraint of Rainwater Availability on the Establishment and Expansion of Agroforestry in the Ehlanzeni District, Mpumalanga Province in South Africa** **191**
Contrainte Potentielle De La Disponibilité De L'eau De Pluie Sur L'établissement Et L'expansion De L'agroforesterie Dans Le District D'ehlanzeni, Province De Mpumalanga En Afrique Du Sud
Maponya P, Madakadze Ic, Mbili N, Dube Zp, Nkuna T, Makhwedzhana M, Mongwaketsi K, Tahulela T And Isaacs L (South Africa)

R.63.2.08 **Economic Benefit Analysis of Improved Subsurface Drainage** **194**
Analyse Des Avantages Economiques De L'amelioration Du Drainage Souterrain
Tao Yuan, Liu Jing, Ji Mengzhe, Wang Shaoli, Guan Xiaoyan, Li Ruoxi (China)

R.63.2.09 **Assessment of Environmental, Engineering and Social Aspect of Water Problems in Sudan** **196**
Evaluation Des Aspects Environnementaux, Techniques Et Sociaux Des Problèmes D'eau Au Soudan
Eng, Idriss, Safaa (India)

R.63.2.10 **A Case for Management and Not Technology to Lead Us to a Sustainable Future** **197**
Un Argument En Faveur De La Gestion Et Non De La Technologie Pour Nous Conduire A Un Avenir Durable
Ricardo Aguirre and Brian Wahlin (USA)

R.63.2.11 **The Integrator Dual-Delay Model for Irrigation Canal with Multi-Offtake** **200**
Le Modèle Intégrateur À Double Retard Pour Canal D'irrigation Avec Multi-Prises
Zhu Zheli, Guan Guanghua (China)

R.63.2.12 **30 Years of Partnerships to Achieve Sustainable Irrigation through Shepparton Irrigation Region Land and Water Management Plan** **202**
30 Ans De Partenariats Pour Atteindre L'irrigation Durable Dans Le Cadre Du Plan De Gestion De L'eau Et De La Terre De La Région D'irrigation De L'île De Shepparton
Mr Carl Walters, Mr Kelvin Bruce and Ms Megan Mcfarlane (Australia)

R.63.2.13 **Application of Sags to Achieve Multi-Stakeholder Dialogue: The Case of Bünztal, Switzerland** **205**
Utilisation Des Objectifs De Developpement Durable Pour Atteindre Un Dialogue Multipartite : Le Cas Du Bünztal, Suisse
Dominique Gärtner, Martin Fritsch, Samuel Zahner, Thomas Hersche and Bernard Belk (Switzerland)

R.63.2.14 **Is a Duty of Care Owed When Deciding How Much Water is to Flow through the Murray-Darling Basin?** **208**
Un Devoir De Diligence S'impose-T-Il Lorsqu'il S'agit De Décider De La Quantité D'eau Qui Doit S'écouler Dans Le Bassin Murray-Darling?
Dr Monaghan, Joseph, Mr Watt, Christopher and Mr Atkinson, Jacob (Australia)

R.63.2.15 **Technical Dialogue and Framework for Achieving Sustainable Development Goals in India** **209**
Impact De La Pandémie De Covid-19 Sur L'atteinte Des Objectifs De Développement Durable En Inde
Ms. Sangle Shivani, Dr. Sangle Shivaji (India)

R.63.2.16 **Evaluation of Irrigation and Drainage Performance in Improved Canals in Egypt** **212**
Évaluation De La Performance De L'irrigation Et Du Drainage Dans Les Canaux Améliorés En Égypte
Mohamed Elfetyany, And Atef Nassar (Egypt)

R.63.2.17 **Soil Coverage and Irrigation: Sustainable Alternatives in Cultivation of Vegetables** **214**
Couverture Du Sol Et Irrigation : Alternatives Durables Pour La Culture Des Légumes
Joslanny Higino Vieira, Catariny Cabral Aleman, Elis Marina De Freitas, Laylton De Albuquerque Santos; Gustavo Henrique Da Silva And Matheus Amorim Caliman (Brazil

R.63.2.18 **Land Suitability of Crops under E. Grandis Plantations in the Mopani District, Limpopo Province in South Africa** **216**
Adequation Des Terres Aux Cultures Dans Les Plantations D'e. Grandis Dans Le District De Mopani, Province De Limpopo En Afrique Du Sud
Tahulela T, Madakadze Ic An Maponya P (South Africa)

R.63.2.19 **Study on the Drainage Capacity of Pipe Drain in Farmland and Improvement Methods** **218**
Étude Sur La Capacité De Drainage Du Drain De Tuyau Dans Les Terres Agricoles Et Méthodes D'amélioration
Wang Shaoli, Ren Xiaolei, and Tao Yuan (China)

THE HYDROLOGICAL PROCESSES OF TAIWAN'S SEVERE DROUGHT EVENT DURING 2020-21 - AND THE EXPERIENCE OF IRRIGATION STRATEGIES FOR FIGHTING DROUGHT

PROCESSUS HYDROLOGIQUES DE LA GRAVE SÉCHERESSE DE TAÏWAN EN 2020-21 - ET EXPÉRIENCE DES STRATÉGIES D'IRRIGATION POUR LUTTE CONTRE LA SÉCHERESSE

Sheng-Fu Tsai [1], Ming-Tee Hung [1], Chih-Bin Chu [1], Lung-Sheng Hsieh [2] and Peng-Jui Wang [2]

ABSTRACT

From October 2020 to June 2021, Taiwan suffered one of the most severe drought events in history as no typhoon hit Taiwan for the first time since 1964. The rainfall in the catchment areas of reservoirs was only 20% to 60% of the average, and the reservoir storages were grossly insufficient. Later in 2021, even during the wet season in May, there were no sufficient rainfall and all the major reservoirs almost dried up. In response to such an emergency, the authorities announced the irrigation suspension in reservoir irrigation areas during the first crop period in 2021, covering a total area of 74,000 hectares. Considering the rights of farmers and the fairness of agricultural and food policies, the Shimen reservoir continued to irrigate the 3rd sub-district in Taoyuan.

First, this paper analyzes the hydrological process of drought event from June 2020 to May 2021, including rainfall, runoff volume, river flow, and reservoir water storage in important reservoirs and upstream catchment area of the dams. The hydrological analysis of the drought is compared with the historical records and statistics of the past years. Second, during the process of fighting drought, governments at all levels proactively formulated various strategies, measures, and decision-making processes. The practical cases include, for example, looking for alternative water sources when the Shimen Reservoir experienced a lack of water, and prioritizing using the water of ponds, rivers, and regional water resources to save up almost 80% of the reservoir irrigation water. Therefore, the 3rd sub-district in Taoyuan managed to irrigate 7,174 hectares during the first crop period in 2021. However, because the drought-fighting process involves complex approaches different from the farmers' habits, it was necessary for the Irrigation Agency to proactively communicate with farmers as gaining farmers' trust helps in reducing water disputes to a large extent. Later in June 2021, even it was time to supply irrigation water for the second crop, the water storage capacity of all reservoirs hadn't fully recovered yet. Therefore, irrigation must be carried out in separate groups, especially the larger reservoir irrigation areas such as Chianan only allow some areas to start irrigation. Finally in August, the water storage of all reservoirs in Taiwan recovered to full level, marking the end of the historical drought in Taiwan.

Owing to the restructuring of Taiwan's irrigation associations into the public agency, the central government was able to work with local authorities and farmers and to put collaborative, cross-ministerial efforts to fight the severe drought by using innovative approaches. Finally, this paper presents the strategic framework of the technical management of agricultural water and irrigation in the future.

Keywords: Irrigation water; Reservoir water competition; Hydrological process;, Drought-fighting strategies.

1 Irrigation Agency, Council of Agriculture, Executive Yuan, R.O.C. chihbin@ia.gov.tw

2 Taiwan Research Institute on Water Resources and Agriculture. armo@triwra.org.tw

RESUME

D'octobre 2020 à juin 2021, Taïwan a subi l'une des plus graves sécheresses de l'histoire car le typhon a frappé Taïwan pour la première fois depuis 1964. Les précipitations dans les bassins versants des réservoirs n'étaient que de 20 à 60% de la moyenne, et le stockage du réservoir était gravement insuffisant. Plus tard en 2021, même pendant la saison des pluies en mai, il n'y a pas eu de précipitations importantes et tous les principaux réservoirs se sont presque asséchés. En réponse à une telle urgence, les autorités ont annoncé l'interruption temporaire de l'irrigation dans les zones d'irrigation des réservoirs pendant la première période de récolte en 2021, couvrant une superficie totale de 74 000 hectares. Considérant les droits des agriculteurs et l'équité des politiques agricoles et alimentaires, le réservoir de Shimen a continué à irriguer le 3e sous-district de Taoyuan.

Tout d'abord, ce document analyse le processus hydrologique de l'événement de sécheresse de juin 2020 à mai 2021, y compris les précipitations, le volume de ruissellement, le débit des rivières et le stockage de l'eau dans les réservoirs importants et l'amont du bassin versant des barrages. L'analyse hydrologique de la sécheresse est comparée aux enregistrements historiques et aux statistiques des années passées. Deuxièmement, pendant le processus de lutte contre la sécheresse, les gouvernements à tous les niveaux ont formulé de manière proactive diverses stratégies, mesures et processus de décision. Les cas pratiques comprennent, par exemple, la recherche de sources d'eau alternatives lorsque le réservoir de Shimen a connu un manque d'eau, et la priorité donnée à l'utilisation de l'eau des étangs, des rivières et des ressources en eau régionales pour économiser près de 80% de l'eau d'irrigation du réservoir. Par conséquent, le 3e sous-district de Taoyuan a réussi à irriguer 7 174 hectares de terre pendant la première période de culture en 2021. Cependant, comme le processus de lutte contre la sécheresse implique des approches complexes différentes des habitudes des agriculteurs, il était nécessaire que l'Agence d'irrigation communique de manière proactive avec les agriculteurs, car gagner leur confiance permet de réduire dans une large mesure les conflits liés à l'eau. Plus tard, en juin 2021, même s'il était temps de fournir de l'eau d'irrigation pour la deuxième récolte, la capacité de stockage de l'eau de tous les réservoirs n'avait pas encore été entièrement récupérée. Par conséquent, l'irrigation doit être effectuée par groupes séparés, en particulier les zones d'irrigation des plus grands réservoirs, comme Chianan, ne permettent qu'à certaines zones de commencer l'irrigation. Finalement, en août, la capacité de stockage d'eau de tous les réservoirs de Taïwan a retrouvé son niveau maximal, marquant la fin de la sécheresse historique à Taïwan.

Grâce à la restructuration des associations d'irrigation de Taiwan en agence publique, le gouvernement central a pu travailler avec les autorités locales et les agriculteurs et déployer des efforts de collaboration interministériels pour lutter contre la grave sécheresse en utilisant des approches innovantes. Enfin, cet article présente le cadre stratégique de la gestion technique de l'eau agricole et de l'irrigation à suivre dans l'avenir.

Mots clés : Eau d'irrigation; Concurrence entre les eaux des réservoirs; Processus hydrologique; Stratégies de la lutte contre la sécheresse.

SOIL MOISTURE CONTENT, SALINITY AND SOIL TEXTURE ARE ALL MAPPED BY ELECTRICAL CONDUCTIVITY BUT HOW DO WE USE AND DECIPHER SUCH MAPS

LA TENEUR EN HUMIDITÉ DU SOL, LA SALINITÉ ET LA TEXTURE DU SOL SONT TOUS CARTOGRAPHISÉS PAR LA CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE, MAIS COMMENT UTILISONS-NOUS ET DÉCRYPTONS-NOUS CES CARTES

David Allen[1], James Kiptoo Ohanga

ABSTRACT

Soil moisture content, soil salinity and soil texture all influence electrical conductivity (EC) maps but these various influences are not always distinguishable. There are good ways of separating these input variables that people want mapped independently for making irrigation decisions should appropriate care be taken during acquisition of electrical conductivity maps. If these influences can be separately mapped, or at least independently interpreted, then they are useful for irrigation automation and drainage planning and for managing of aquifer recharge, a practice which is also called water banking.

EC mapping is considered a technical subject and raw or low quality mapping can only be interpreted either by recognition of correlation with known soil properties or by experts. It is often rejected as technical by those seeking impossibly simple maps of soil properties yet it generally is the best soil information that can be affordably mapped so it should be valued in its own right.

Good ways of separating variables mapped by EC include: increase of mapping detail so geomorphological reasoning can be applied to interpretation, resolving data into layers at numerous depths so that stratified soil profiles can be understood, time lapse acquisition with differencing, and display of data within the context of air-photo data for cross comparison.

Keywords: Electrical Conductivity, EC, Resistivity, Soil Moisture, Salinity, Groundwater recharge

RÉSUMÉ

La teneur en humidité du sol, la salinité du sol et la texture du sol influencent toutes les cartes de conductivité électrique (CE), mais ces diverses influences ne sont pas toujours distinguables. Il existe de bons moyens de séparer ces variables d'entrée que les gens veulent cartographier indépendamment pour prendre des décisions d'irrigation si des précautions appropriées sont prises lors de l'acquisition des cartes de conductivité électrique.

Si ces influences peuvent être cartographiées séparément, ou au moins interprétées indépendamment, elles sont alors utiles pour l'automatisation de l'irrigation et la planification du drainage et pour la gestion de la recharge des aquifères, une pratique également appelée banque d'eau.

1 Groundwater Imaging Pty. Ltd., 82 Saint Georges Tce, DUBBO, NSW, Australia. david@groundwaterimaging.com.au

La cartographie EC est considérée comme un sujet technique et la cartographie brute ou de faible qualité ne peut être interprétée que par la reconnaissance d'une corrélation avec les propriétés connues du sol ou par des experts. Elle est souvent rejetée comme technique par ceux qui recherchent des cartes incroyablement simples des propriétés du sol, mais c'est généralement la meilleure information sur le sol qui peut être cartographiée à un prix abordable, elle doit donc être valorisée en tant que telle.

Les bonnes façons de séparer les variables cartographiées par EC comprennent : l'augmentation des détails de la cartographie afin que le raisonnement géomorphologique puisse être appliqué à l'interprétation, la résolution des données en couches à de nombreuses profondeurs afin que les profils de sol stratifiés puissent être compris, l'acquisition et la différenciation en accéléré, et l'affichage des données dans le contexte des données de photos aériennes pour une comparaison croisée.

Mots-clés : Conductivité électrique, CE, Résistivité, Humidité du sol, Salinité, Recharge des eaux souterraines.

A TECHNO-ECONOMICAL APPROACH TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF DRIP IRRIGATION FOR WHEAT UNDER SALINE AND WATER DEFICIENCY CONDITIONS

APPROCHE TECHNICO-ÉCONOMIQUE POUR AMÉLIORER LES PERFORMANCES DE L'IRRIGATION GOUTTE-À-GOUTTE DU BLÉ DANS DES CONDITIONS DE SALINITÉ ET DE MANQUE D'EAU

Rahimian, Mohammad Hassan*[1], Gholami, Hassan[2],
Ranjbar, GholamHassan[1] and Nikkhah, Majid[1]

ABSTRACT

In wheat fields, the tape spacing of conventional drip tape irrigation systems is around 60 cm, to create an overlapped soil moisture distribution pattern and to irrigate the whole area of the land surface. This increases the length of total required tape lines per hectare and the annual costs of such irrigation method for wheat. Also, under the saline and water shortage conditions, this may not be so efficient for appropriate salt leaching of root zone soil layer. This research provides a technical/economical solution on the basis of partial land drying of wheat fields by increasing the tape lateral spacing (up to 140 cm) and irrigation of a limited area of the soil surface (around 50% of whole farm area). And at the same time, the plant density of both tape sides increases enough by narrowing of the row spacings to compensate the skip-row unplanted areas of the land surface. By this method, the farmer can significantly reduce the volume of applied water in non-saline condition, compared to the conventional drip irrigation methods or flood irrigation for wheat. While, in saline condition, the depth of applied water can be increased in the wetted area of the soil, even with the same volume of applied water of conventional methods; and this irrigation depth can be used for better control of the root zone soil salinity. This research has been conducted during 2020-2022 growing seasons in Yazd province, Central Iran, which is characterized by arid, water scarce and saline condition. In this paper, effects of the above-mentioned approach on wheat yield, water use efficiency, soil moisture and salinity distribution, as well as its economic gains have been presented and discussed, in detail.

Keywords: Partial Land Drying (PLD); Narrowing of Planting Rows, Skip Rows; Leaching Fraction; Salinity Control.

RESUME

Dans les champs de blé, l'espacement des bandes des systèmes d'irrigation goutte à goutte conventionnels est d'environ 60 cm pour créer un modèle de répartition de l'humidité du sol superposé et pour irriguer toute la surface de la terre. Cela augmente la longueur totale des lignes de bandes requises par hectare et les coûts annuels d'une telle méthode d'irrigation pour le blé. De plus, dans des conditions salines et de pénurie d'eau, cela peut ne pas être aussi efficace pour un lessivage approprié du sel de la couche de sol de la zone racinaire. Cette recherche apporte une solution technico-économique sur la base de l'assèchement partiel des champs de blé en augmentant l'écartement latéral des bandes (jusqu'à 140 cm) et en irriguant une zone limitée de la surface du sol (environ 50% de la surface totale

1 National Salinity Research Center (NSRC), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran, mhrahimian@gmail.com

2 PhD student of Irrigation and Drainage Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

de l'exploitation). Et en même temps, la densité de plantes des deux côtés de la bande augmente suffisamment en rétrécissant l'espacement des rangées pour compenser les zones non plantées ayant sauté des rangs de la surface du sol. Par cette méthode, l'agriculteur peut réduire considérablement le volume d'eau appliquée dans des conditions non salines, par rapport aux méthodes d'irrigation goutte à goutte conventionnelles ou à l'irrigation par inondation pour le blé. Tandis que, dans des conditions salines, la profondeur de l'eau appliquée peut être augmentée dans la zone mouillée du sol, même avec le même volume d'eau appliquée des méthodes conventionnelles; et cette profondeur d'irrigation peut être utilisée pour un meilleur contrôle de la salinité du sol dans la zone racinaire. Cette recherche a été menée pendant les saisons de croissance 2020-2022 dans la province de Yazd, au centre de l'Iran, qui se caractérise par des conditions arides, rares en eau et salines. Dans cet article, les effets de l'approche mentionnée ci-dessus sur le rendement du blé, l'efficacité de l'utilisation de l'eau, l'humidité du sol et la distribution de la salinité, ainsi que ses gains économiques ont été présentés et discutés en détail.

Mots-clés : Assèchement partiel des terres (PLD); Rétrécissement des rangées de plantation; Sauter les rangs**;** Fraction de lessivage; Contrôle de la salinité.

CHALLENGES AND SOLUTIONS OF PROVIDING IRRIGATION IN SALINE SOIL: CASE STUDY OF SARADAR SAROVER PROJECT, GUJARAT, INDIA

DÉFIS ET SOLUTIONS POUR ASSURER L'IRRIGATION DANS UN SOL SALIN : ÉTUDE DE CAS DU PROJET SARADAR SAROVER, GUJARAT, INDE

Vivek Kapadia[1]

ABSTRACT

Food security has been a major concern at the world level. Countries with dense and large population have a more serious concern. India has limited land and water resources but a large population and therefore needs to utilize every possible piece of land available for agriculture. Besides limited land and water resources, being a peninsular country it faces a lot of issues like saline coastal land and salinity ingress along with poor drainage characteristics. Considering all these challenges, India needs to attain optimal use of land and water resources and to attain and maintain food security. Sustainable irrigation and agricultural practices are the only solution to achieve this. India is looking forward and attempting for the said accomplishments. So far India has not been able to utilize all the available land resources for the purpose of agriculture and is struggling to do so. Perhaps enhancement in water use efficiency and overcoming techno-economic and topographical challenges could improve a lot. The paper outlines the overall scenario of India and in its context the situation of Gujarat. India's accomplishment in food production in spite of its not being able to utilize all the available land resources for agriculture is also discussed along with the role of irrigation therein. Gujarat has the longest sea coast amongst all the states of India and the issues are the more challenging. Sardar Sarovar Project of Gujarat is meant for providing protective irrigation water to the challenged areas of the state. Therefore, region-specific strategies have been worked out in different agro-climatic zones. The process is really very complex and needs several local aspects to be considered.

All these have actually made the project the life line of the state. The paper focuses on the situation of one such coastal area name by Bara Tract located in Bharuch district of Gujarat and discusses as to how serious issues of that area have been addressed and are being addressed and what kind of results have been obtained. Results of socio-economic study of pre-irrigation social condition of the habitants and post-irrigation have also been succinctly put forth. Socio-economic condition of the area in which the irrigation water is supplied drastically changes if sustainable practices are resorted to. Bringing prosperity to the people has been the main goal of irrigation and agriculture which is very difficult to attain in the saline areas as only restricted irrigation is required to be provided during specific time and with limited options of cropping pattern. Sensitivity is high on every parameter and therefore irrigation management in such areas is a real challenge. Optimizing benefits amongst

1 Director, Sardar Sarovar Narmada Nigam Limited, Gujarat, India, vivekpkapadia@gmail.com

several constraints needs a combination of technological appropriateness and congruent agricultural practices with deep involvement of the farmers. Interdigitating the technological aspects with social conditioning is the key to success in such situations. Objective of the paper is to shed light on multifarious aspects to be taken care of while attempting at achieving long term goals in coastal saline areas by citing an actual case study. Such efforts in other areas could help attain food security of a higher level and at the same time can help attain sustainable developmental goals.

Keywords : Food security; Sodic soils; Conjunctive use of water.

RESUME

La sécurité alimentaire est une préoccupation majeure au niveau mondial. Les pays ayant une population dense et nombreuse ont une préoccupation plus sérieuse. L'Inde possède des ressources en terre et en eau limitées mais une grande population et doit donc utiliser chaque parcelle de terre possible disponible pour l'agriculture. Outre les ressources terrestres et hydriques limitées, étant un pays péninsulaire, il est confronté à de nombreux problèmes tels que les terres côtières salines et la pénétration de salinité ainsi que de mauvaises caractéristiques de drainage. Compte tenu de tous ces défis, l'Inde doit parvenir à une utilisation optimale des terres et des ressources en eau et atteindre et maintenir la sécurité alimentaire. L'irrigation et les pratiques agricoles durables sont la seule solution pour y parvenir. L'Inde continue à espérer et tente de réaliser ces résultats. Jusqu'à présent, l'Inde n'a pas été en mesure d'utiliser toutes les ressources foncières disponibles à des fins agricoles et s'efforce de le faire. L'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau et le résolution des défis technico-économiques et topographiques pourraient peut-être améliorer beaucoup de choses. Le document décrit le scénario global de l›Inde et, dans son contexte, la situation du Gujarat. Les réalisations de l›Inde en matière de production alimentaire malgré son incapacité à utiliser toutes les ressources foncières disponibles pour l›agriculture sont également discutées, ainsi que le rôle joué par l›irrigation dans ce domaine. Le Gujarat a la plus longue côte maritime parmi tous les États de l›Inde et les problèmes sont les plus difficiles. Le projet Sardar Sarovar du Gujarat est destiné à fournir de l'eau d'irrigation protectrice aux zones défavorisées de l'État. Par conséquent, des stratégies régionales spécifiques ont été élaborées dans différentes zones agro-climatiques. Le processus est vraiment très complexe et nécessite la prise en compte de plusieurs aspects locaux.

Tous ces éléments ont fait du projet la ligne de vie de l'État. Le document met l'accent sur le cas d'une zone côtière appelée Bara Tract située dans le district de Bharuch au Gujarat et explique comment les problèmes graves de cette zone ont été traités et sont en cours de traitement et quel type de résultats ont été obtenus. Les résultats de l'étude socio-économique de la condition sociale des habitants avant l'irrigation et après l'irrigation ont également été présentés succinctement. Les conditions socio-économiques de la zone dans laquelle l'eau d'irrigation est fournie changent radicalement si des pratiques durables sont utilisées. Apporter la prospérité à la population a été le principal objectif de l'irrigation et de l'agriculture, ce qui est très difficile à atteindre dans les zones salines, car seule une irrigation restreinte doit être fournie pendant une période spécifique et avec des options limitées de l'assolement. La sensibilité est élevée sur tous les paramètres et la gestion de l'irrigation dans ces zones est donc un véritable défi. L'optimisation des avantages parmi plusieurs contraintes nécessite une combinaison d'adéquation technologique et de pratiques agricoles en accord

avec une implication profonde des agriculteurs. L'interconnexion des aspects technologiques avec le conditionnement social est la clé du succès dans de telles situations. L'objectif de cet article est de mettre en lumière les aspects multiples à prendre en compte pour atteindre des objectifs à long terme dans les zones côtières salines en citant une étude de cas réelle. De tels efforts dans d'autres domaines pourraient aider à atteindre un niveau de sécurité alimentaire plus élevé et, en même temps, contribuer à atteindre des objectifs de développement durable.

Mots clés : Sécurité alimentaire; Sols sodiques; Utilisation combinée de l›eau.

MULTI-DISCIPLINARY APPROACH FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF IRRIGATION NETWORKS USING WATER, ENERGY, AND FOOD NEXUS-SYSTEM DYNAMICS

APPROCHE MULTIDISCIPLINAIRE POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DES RÉSEAUX D'IRRIGATION EN UTILISANT LA DYNAMIQUE DU SYSTÈME DE LIEN ENTRE L'EAU, L'ÉNERGIE ET L'ALIMENTATION

Ghorbani Elham [1], Monem Mohammad Javad[2]

ABSTRACT

Water, food, and energy are the main resources needed for the development of communities. The Nexus perspective emphasizes the interconnected management of these resources. The Nexus approach has been applied with a focus on three sources at the macro level of the basin but has received less attention in irrigation networks as the area with the highest water consumption and food production. The relationships between water, energy, and food are complex at the level of irrigation networks. In this research, the system dynamics approach is used to examine the existing structures between these sources, and the cause-and-effect relationships between them are presented as a conceptual model. With the development of a quantitative model, the Nexus model for Qazvin irrigation network was developed to improve productivity. Scenarios were assessed in the water, food, and energy sectors, including a reduction in surface water resources, an increase in cultivated area, and an increase in energy consumption. The reduction of surface water resources has had the greatest impact on reducing crop production, compared to the current situation. The maximum reduction in crop production was 23%. Increased energy consumption led to increased crop production, but the effect of control mechanisms was observed with a delay of 4 years. Increasing the area under cultivation has not had much effect on increasing crop production due to limited land development possibilities. Due to the significant impact of limited water resources, it is recommended that in the Nexus approach, scenarios related to water management have a higher priority.

Keywords: Multi-Disciplinary Approach, NEXUS, Qazvin Irrigation Network, Sustainable Development, System Dynamics.

RÉSUMÉ

L'eau, la nourriture et l'énergie sont les principales ressources nécessaires au développement des communautés. La perspective de Lien met l'accent sur la gestion interconnectée de ces ressources. L'approche de Lien a été appliquée en mettant l'accent sur trois sources au niveau macro du bassin, mais a reçu moins d'attention dans les réseaux d'irrigation en tant que zone où la consommation d'eau et la production alimentaire sont les plus élevées. Les relations entre l'eau, l'énergie et l'alimentation sont complexes au niveau des réseaux d'irrigation. Dans cette recherche, l'approche de la dynamique des systèmes est utilisée pour examiner les structures existantes entre ces sources, et les relations de cause à effet entre elles sont présentées comme un modèle conceptuel. Avec le développement d'un modèle quantitatif, le modèle

1 M. Sc. graduate, Department of Water Engineering and Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

2 Professor, Department of Water Engineering and Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. Monem_mj@modares.ac.ir

Lien pour le réseau d'irrigation de Qazvin a été développé pour améliorer la productivité. Des scénarios ont été évalués dans les secteurs de l'eau, de l'alimentation et de l'énergie, y compris une réduction des ressources en eau de surface, une augmentation des surfaces cultivées et une augmentation de la consommation d'énergie. La réduction des ressources en eau de surface exerce le plus grand impact sur la réduction de la production agricole, par rapport à la situation actuelle. La réduction maximale de la production agricole était de 23%. L'augmentation de la consommation d'énergie a entraîné une augmentation de la production agricole, mais l'effet des mécanismes de contrôle a été observé avec un retard de 4 ans. L'augmentation de la superficie cultivée n'a pas eu beaucoup d'effet sur l'augmentation de la production agricole en raison des possibilités limitées de développement des terres. En raison de l'impact significatif des ressources en eau limitées, il est recommandé que dans l'approche de Lien, les scénarios liés à la gestion de l'eau aient une priorité plus élevée.

Mots clés : Approche multidisciplinaire; Lien; Réseau d'irrigation de Qazvin; Développement durable; Dynamiques du système.

IMPACT OF COVID-19 PANDEMIC ON ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS IN INDIA

IMPACT DE LA PANDÉMIE DE COVID-19 SUR L'ATTEINTE DES OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE EN INDE

Ms. Shivani Sangle[1] and Dr. Shivaji Sangle[2]

ABSTRACT

The global community is at a critical moment in its pursuit of the Sustainable Development Goals (SDGs). More than one and half year into the global pandemic, millions of lives have been lost, the human and economic toll has been unprecedented, and recovery efforts so far have been uneven, inequitable, and insufficiently geared towards achieving sustainable development. The current crisis is threatening decades of development gains, further delaying the urgent transition to greener, more inclusive economies, and throwing progress on the SDGs even further off track. The World Health Organization officially declared the outbreak of COVID-19 a public health emergency of international concern on 30th January 2020. The resultant public health emergency, which was later pronounced to be a pandemic, has led to considerable human and economic costs setting countries back on their developmental goals and creating serious impediments to the attainment of the SDGs. The COVID-19 pandemic has overshadowed developmental activities across the world and global political, financial and technical resources have been mobilized world over to contain the pandemic. The UNSC has also identified 74 unique indicators that are likely to reflect the Goals highly impacted by the global pandemic. In 2020, the global extreme poverty rate rose for the first time in over 20 years. Hundreds of millions of people were pushed back into extreme poverty and chronic hunger. The COVID-19 pandemic has interrupted one or more essential health services and poses major health threats beyond the disease itself. It has wreaked havoc worldwide on children's learning and well-being, and women have suffered a disproportionate share of job losses and increased care work at home. The pandemic has exposed and intensified inequalities within and among countries. India is committed to achievement of the Sustainable Development Goals by 2030. Under the federal set up, the Indian States and Union Territories (UTs) are the key movers on the SDG action agenda and have continued to make gains on various SDG targets. India has taken several proactive steps at both the national and the sub national level to mainstream the SDGs into the policies, schemes and programs of the Government. National Institution for Transforming India (NITI) Aayog, as the nodal institution, has mapped the SDGs with centrally sponsored programs of different Central Ministries and Departments. The COVID-19 pandemic has underscored the need to keep sustainable development at the very core of any development strategy. The pandemic has challenged the health infrastructure, adversely impacted livelihoods and exacerbated the inequality in the food and nutritional availability in the country. This has reemphasized the criticality of having institutions and mechanisms that can facilitate the country to absorb exogenous shocks well. The period of the pandemic has seen coordinated efforts of both the Centre and the State Governments in preserving and creating livelihoods, ensuring that food and nutritional requirements are met and that the health facilities are augmented to cope with the pressure created by the contagion. Initiatives addressed the immediate impact of COVID-19 pandemic and enabled the country to progress on its SDGs even in these very difficult times.

1 Full-Time Student, Final Year, Bachelor of Arts (B.A.), Economics (Honors), Wilson College, Chowpatthy, Mumbai (M.S), India-400007 Email: 84shivanisangle@gmail.com

2 Co-Author, Former Member (Economics), Maharashtra Water Resources Regulatory Authority (MWRRA), Mumbai-400005, M.S. India. Email: sanglest@yahoo.co.in

In addition several reforms measures have been brought in such as in agricultural labour and MSME reforms which will directly or indirectly impact the SDGs. The State Governments also responded with several measures to support those affected by the pandemic through various initiatives and reliefs to fight this pandemic. Sustainable development remains core to India's development strategy, despite several challenges emerging on account of the unprecedented crisis due to COVID-19 pandemic.

Keywords: Sustainable Development Goals; COVID-19 pandemic; 2030 Development Agenda.

RESUME

C'est un moment critique pour la communauté mondiale de poursuivre les Objectifs de développement durable (ODD). Plus d'un an et demi après le début de la pandémie mondiale, des millions de vies ont été perdues, le bilan humain et économique a été sans précédent et les efforts de reprise ont jusqu'à présent été inégaux, inéquitables et insuffisamment axés sur la réalisation du développement durable. La crise actuelle menace des décennies de progrès réalisé en matière de développement, retardant encore la transition urgente vers des économies plus vertes et plus inclusives et perturbant encore plus de progrès vers les ODD. L'Organisation mondiale de la santé a officiellement déclaré l'épidémie de COVID-19 une urgence de santé publique de portée internationale le 30 janvier 2020. L'urgence de santé publique qui en a résulté, et qui a ensuite été déclarée pandémie, a entraîné des coûts humains et économiques considérables, faisant reculer les pays dans leurs objectifs de développement et créant de sérieux obstacles à la réalisation des ODD. La pandémie de COVID-19 a éclipsé les activités de développement à travers le monde et des ressources politiques, financières et techniques mondiales ont été mobilisées dans le monde pour contenir la pandémie. Le CSNU a également identifié 74 indicateurs uniques qui peuvent refléter les objectifs fortement touchés par la pandémie mondiale. En 2020, le taux mondial d'extrême pauvreté a augmenté pour la première fois en plus de 20 ans. Des centaines de millions de personnes ont été repoussées dans l'extrême pauvreté et la faim chronique. La pandémie de COVID-19 a interrompu un ou plusieurs services de santé essentiels et pose des menaces sanitaires majeures au-delà de la maladie elle-même. Elle a fait des ravages dans le monde sur l'éducation et le bien-être des enfants, et les femmes ont subi une part disproportionnée des pertes d'emplois et de l'augmentation du travail de soins à la maison**.** La pandémie a révélé et intensifié les inégalités au sein des pays et entre eux. L'Inde s'est engagée à atteindre les Objectifs de développement durable d'ici 2030. Dans le cadre de la structure fédérale, les États indiens et les territoires de l'Union (UT) sont les forces majeures du programme d'action des ODD et ont continué à progresser sur diverses cibles des ODD. L'Inde a pris plusieurs mesures proactives, tant au niveau national qu'au niveau local, pour intégrer les ODD dans les politiques, plans et programmes du gouvernement. L'Institution nationale pour la transformation de l'Inde (NITI) Aayog, en tant qu'institution nodale, a cartographié les ODD avec les programmes parrainés au niveau central par différents ministères et départements centraux. La pandémie de COVID-19 a souligné la nécessité de maintenir le développement durable au cœur de toute stratégie de développement. La pandémie a mis à l'épreuve l'infrastructure sanitaire, a eu un impact négatif sur les moyens de subsistance et a exacerbé l'inégalité de la disponibilité alimentaire et nutritionnelle dans le pays. Cela a souligné à nouveau l'importance d'avoir des institutions et des mécanismes qui peuvent aider le pays à bien absorber les chocs exogènes. La période de la pandémie a vu des efforts coordonnés des gouvernements du Centre et des États pour préserver et créer des moyens de subsistance, en veillant à ce que les besoins alimentaires et nutritionnels soient satisfaits et que les établissements de santé soient renforcés pour faire face à la pression créée par la contagion. Les initiatives ont abordé l'impact immédiat de la pandémie de COVID-19 et ont permis au pays de progresser sur ses ODD même dans ces

temps très difficiles. En outre, plusieurs mesures de réforme ont été introduites, telles que les réformes du travail agricole et des MSME, qui auront un impact direct ou indirect sur les ODD. Les gouvernements des États ont également répondu par plusieurs mesures pour soutenir les personnes touchées par la pandémie par le biais de diverses initiatives et secours pour lutter contre cette pandémie. Le développement durable reste au cœur de la stratégie de développement de l'Inde, malgré plusieurs défis émergeant en raison de la crise sans précédent due à la pandémie de COVID-19.

Mots clés : Objectifs de développement durable; Pandémie de covid19; Programme de développement 2030.

POTENTIAL CONSTRAINT OF RAINWATER AVAILABILITY ON THE ESTABLISHMENT AND EXPANSION OF AGROFORESTRY IN THE EHLANZENI DISTRICT, MPUMALANGA PROVINCE IN SOUTH AFRICA

CONTRAINTE POTENTIELLE DE LA DISPONIBILITÉ DE L'EAU DE PLUIE SUR L'ÉTABLISSEMENT ET L'EXPANSION DE L'AGROFORESTERIE DANS LE DISTRICT D'EHLANZENI, PROVINCE DE MPUMALANGA EN AFRIQUE DU SUD

Maponya P[1*], Madakadze IC[2], Mbili N[3], Dube ZP[4], Nkuna T[1**], Makhwedzhana M[1**], Mongwaketsi K[5**] , Tahulela T[5*] and Isaacs L[6]

ABSTRACT

Agroforestry is a land use system that includes the use of woody perennial, agricultural crops and animals in combination to achieve beneficial ecological and economical interactions for food, fiber and livestock production. Properly managed agroforestry system provides multiple benefits and contribute to improved livelihoods and income generation. Agroforestry systems are also area and climate specific hence, it is key to develop agroforestry systems that are locally relevant and consider the biophysical and socio-economic context on a case-by-case basis. South Africa is considered to be a semi – arid country vulnerable to water stress, particularly drought. Mpumalanga Province receives an average annual rainfall of about 1000 mm and the threshold for rainfall agriculture is averaged at 250 mm annually. In terms of forestry, the plantation forests of South Africa use just 3% of the country's total water resources and rainfall needs to be higher than 750 mm per annum to sustain commercial forestry.

The objective of the study was to determine the potential constraint of rainwater on the establishment and expansion of agroforestry in Mpumalanga Province. A purposive sampling technique was used to select 77 Agrosilviculture (Groundnuts and Eucalyptus Tree) community growers. These agrosilviculture community growers were spread in the 9.87ha extending from Mountain to Ocean (MTO) Forestland and each grower was allocated a row of 1282 square meter for production. Quantitative and qualitative designs were used as a questionnaire written in English, stakeholder's discussion and field observations were part of the data collection. Decadal (ten-day period) 1km X1km surfaces were created from rainfall data downloaded from the AgroMet databank at the Agriculture Research Council –Institute of Soil, Climate and Water (South African Weather Service and ISCW weather stations) from

[1] Senior Researcher, Agri Research Council: Vegetables and Ornamental Plants, Pretoria, South Africa.

[**] PhD Candidate, Agri Research Council: Vegetables and Ornamental Plants, Pretoria, South Africa.

[**] PhD Candidate, Agri Research Council: Vegetables and Ornamental Plants, Pretoria, South Africa.

[2] Senior Lecturer, University of Pretoria, Faculty of Agriculture and Natural Science, South Africa.

[3] Lecturer, University of KwaZulu-Natal, College of Agriculture, Engineering and Science, School of Agricultural, Earth and Environmental Science, South Africa.

[4] Lecturer, University of Mpumalanga, Faculty of Agriculture and Natural Science, South Africa.

[5] [*]Researcher & PhD Candidate, South Africa Forestry Company Limited (SAFCOL) Research, SAFCOL (Pty) LTD, Sabie, South Africa.

[5**] Silviculture Specialist, South Africa Forestry Company Limited (SAFCOL) Research, SAFCOL (Pty) LTD, Sabie, South Africa.

[6] Stakeholder Relations, Mountain to Ocean (MTO) Forests, White River, South Africa

stations with a period of 10 years or more. Regression analysis and spatial modelling were utilized taking into account topographic indices such as altitude, aspect, slope and distance to the sea during the development of the surface.

The socio economic data was also coded, captured and analysed using Statistical Package for Social Science (SPSS). The results are based on the month data collection started: The September 2019 rainfall results indicated that there was generally good rainfall (25 to 75mm) in the agroforestry sites as compared to the agricultural open field areas. The October 2019 rainfall situation improves with increase in rainfall (76 to 145mm). During 2019 November and December further increasing rainfall was experienced from 126 to 225mm and 150 to 250mm respectively. The last three rainfall status (33rd, median and 66th percentile annual rainfalls) indicated the estimates of rainfall in the future years. It estimated annual rainfalls at 801 to +1000mm; +1000mm and +1000mm across 33rd, 50th and 66th percentiles respectively. This rainfall situation is well above the Mpumalanga Province annual average rainfall (1000mm).

The agrosilviculture community growers also emphasized that they moved away from their villages to the study area in search of its good climate including rainfall. The agrosiliviculture community growers indicated that they have been practicing agroforestry for decades in the study area as it has improved their livelihood through income generation, job creation and food security. It can thus be concluded that rainwater is not a constraint in the agroforestry sites in Mpumalanga Province for the establishment and expansion of agroforestry as its annual rainfall is also well above the agriculture and forestry threshold. It is thus recommended that the establishment and expansion of agroforestry be carried out in the identified suitable areas and in line with the Department of Agriculture, Forestry and Fisheries Agroforestry 2017 Implementation strategy.

Keywords: Agrosilviculture System; Socio Economic; Rainwater; Food Security; Income Generation, Mpumalanga Province and South Africa.

RESUME

L'agroforesterie est un système d'utilisation des terres qui comprend l'utilisation combinée de plantes ligneuses vivaces, de cultures agricoles et d'animaux pour obtenir des interactions écologiques et économiques bénéfiques pour la production d'aliments, de fibres et de bétail. Un système agroforestier correctement géré offre de multiples avantages et contribue à l'amélioration des moyens de subsistance et à la génération de revenus. Les systèmes agroforestiers sont également spécifiques à la zone et au climat, il est donc essentiel de développer des systèmes agroforestiers pertinents localement et de tenir compte du contexte biophysique et socio-économique au cas par cas. L'Afrique du Sud est considérée comme un pays semi-aride vulnérable au stress hydrique, en particulier à la sécheresse. La province de Mpumalanga reçoit une pluviométrie annuelle moyenne d'environ 1000 mm et le seuil pour l'agriculture pluviométrique est en moyenne de 250 mm par an. En termes de foresterie, les plantations forestières d'Afrique du Sud n'utilisent que 3% des ressources totales en eau du pays et les précipitations doivent être supérieures à 750 mm par an pour soutenir la foresterie commerciale.

L'objectif de l'étude était de déterminer la contrainte potentielle de l'eau de pluie sur la mise en place et l'expansion de l'agroforesterie dans la province de Mpumalanga. Une technique d'échantillonnage calculé a été utilisée pour sélectionner 77 producteurs communautaires d'agrosylviculture (arachides et eucalyptus). Ces producteurs communautaires d'agrosylviculture ont été répartis sur les 9,87 ha qui s'étendent de la forêt de la montagne à l'océan (MTO) et chaque producteur s'est vu attribuer une rangée de 1 282 mètres carrés pour la production. Des conceptions quantitatives et qualitatives ont été utilisées sous forme d'un questionnaire écrit en anglais, la discussion des parties prenantes et les observations sur le terrain faisaient partie de la collecte de données. Des surfaces (période de dix jours) de

1 km X 1 km ont été créées à partir des données pluviométriques téléchargées à partir de la banque de données AgroMet du Conseil de recherche agricole – Institut du sol, du climat et de l'eau (Service météorologique sud-africain et stations météorologiques ISCW) à partir de stations d'une période de 10 ans ou plus. L'analyse de régression et la modélisation spatiale ont été utilisées en tenant compte des indices topographiques tels que l'altitude, l'aspect, la pente et la distance à la mer lors du développement de la surface.

Les données socio-économiques ont également été codées, saisies et analysées à l'aide du Progiciel de statistiques pour les sciences sociales (SPSS). Les résultats sont basés sur le mois où la collecte des données a commencé : Les résultats pluviométriques de septembre 2019 ont indiqué qu'il y avait généralement de bonnes précipitations (25 à 75 mm) dans les sites agroforestiers par rapport aux zones agricoles de plein champ. La situation pluviométrique d'octobre 2019 s'améliorait avec l'augmentation des précipitations (76 à 145 mm). En novembre et décembre 2019, les précipitations ont encore augmenté, passant de 126 à 225 mm et de 150 à 250 mm respectivement. Les trois derniers états pluviométriques (33e, médiane et 66e percentile des précipitations annuelles) ont indiqué les estimations des précipitations dans les années à venir. Il a estimé les précipitations annuelles entre 801 et +1000 mm; +1000 mm et +1000 mm sur les 33e, 50e et 66e centiles respectivement. Cette situation pluviométrique est bien supérieure à la pluviométrie moyenne annuelle de la province de Mpumalanga (1000 mm).

Les producteurs de la communauté agro-sylvicole ont également souligné qu'ils ont quitté leur village pour s'installer dans la zone d'étude en raison de son bon climat, notamment des précipitations. Les producteurs communautaires d'agro-siliviculture ont indiqué qu'ils pratiquent l'agroforesterie depuis des décennies dans la zone d'étude, car cela a amélioré leurs moyens de subsistance grâce à la génération de revenus, à la création d'emplois et à la sécurité alimentaire. On peut donc conclure que l'eau de pluie n'est pas une contrainte dans les sites agroforestiers de la province de Mpumalanga pour l'établissement et l'expansion de l'agroforesterie car sa pluviométrie annuelle est également bien supérieure au seuil agricole et forestier. Il est donc recommandé que la mise en place et l'expansion de l'agroforesterie soient réalisées dans les zones appropriées identifiées et conformément à la stratégie de mise en œuvre de l'agroforesterie 2017 du Département de l'agriculture, des forêts et de la pêche.

Mots clés : Système agrosylvicole; Socio-économique; Eau pluviale; Sécurité alimentaire; Génération de revenus; Province de Mpumalanga et Afrique du Sud.

ECONOMIC BENEFIT ANALYSIS OF IMPROVED SUBSURFACE DRAINAGE

ANALYSE DES AVANTAGES ECONOMIQUES DE L'AMELIORATION DU DRAINAGE SOUTERRAIN

Tao Yuan[1], Liu Jing[1], Ji Mengzhe[1], Wang Shaoli[1], Guan Xiaoyan[1], and Li Ruoxi[1]

ABSTRACT

The improved subsurface drainage is a new type of subsurface drainage. Its good technical and engineering feasibility have been confirmed. While its economic feasibility has not been evaluated which is the most direct factor to judge whether the improved subsurface drainage is worthy of application and promotion. According to the traditional design theory of the subsurface drainage engineering, the pipe is the only way of lowering groundwater table and the ditch has the task of removal of surface water logging and undertakes the discharge of the pipe. While in flat plains and low-lying areas, the runoff is slow and it is very hard to remove all surface water logging which only depends on the ditches. Hence, the water logging removing effect should be considered. In China, there is few economic benefit analysis of subsurface drainage considering both design standard of surface and subsurface water logging.

Economic benefit analysis of three farmland last-stage drain patterns of conventional subsurface drainage and improved subsurface drainage and ditch were studied under different surface drainage coefficients of surface water logging based on drainage criteria for surface and subsurface water logging. Secondly the surface drainage coefficients of surface water logging and economic benefit analyses of these drain patterns were done. Next, the economic benefit analyses of improved subsurface drainage with complete sand and gravel filter and sand and gravel filter mixed with different proportions of straw were discussed. The results indicated that the improved subsurface drainage worked well in surface water logging removal. The design drain spacing of improved subsurface drainage was 6.7%~8% larger than conventional subsurface drainage and occupied areas were 3% less than ditch when drain spacing satisfied subsurface water logging removing criteria. The improved subsurface drainage can remove 19%, 20%, 21%,22% and 23% of surface water logging when drain depths were 0.8, 0.9, 1.0, 1.1 and 1.2m, which are corresponding 19%, 27%, 34%, 40% and 46% larger than conventional ones. The PP (Pay-off Period) of the three drainage types is less than 3 years. The ENPV of improved subsurface drainage with gravel filter is about 5.6% less than that of conventional ones and higher than that of ditch. While if the improved subsurface drainage set 70% straw volume of filter material, the ENPV was the similar to that of conventional subsurface drainage. In totality, the improved subsurface drainage is economically feasible.

Keywords: Improved subsurface drainage; Conventional subsurface drainage; Ditch; Economic benefit; Surface drainage; Coefficient of surface water logging.

RESUME

Le drainage souterrain amélioré est un nouveau type de drainage souterrain. Sa bonne faisabilité technique et d'ingénierie a été confirmée. Bien que sa faisabilité économique n'ait pas été évaluée, c'est le facteur le plus direct pour juger si le drainage souterrain amélioré

1 (China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing, 100048)

mérite d'être appliqué et promu. Selon la théorie de conception traditionnelle de l'ingénierie du drainage souterrain, le tuyau est le seul moyen d'abaisser la nappe phréatique et le fossé a pour tâche d'enlever l'eau de surface et d'entreprendre le déversement du tuyau. Alors que dans les plaines et les zones de faible altitude, le ruissellement est lent et il est très difficile d'éliminer toute l'engorgement des eaux de surface qui ne dépend que des fossés. Donc, l'effet d'élimination de l'engorgement de l'eau dépend uniquement des fossés. En Chine, il existe peu d'analyses des avantages économiques du drainage souterrain qui tiennent compte à la fois de la norme de conception de l'engorgement des eaux de surface et souterraines.

Les analyses des avantages économiques de trois modèles de drainage de dernière phase des terres agricoles, à savoir le drainage souterrain conventionnel et le drainage souterrain amélioré et le fossé, ont été étudiées sous différents coefficients de drainage de surface de l'engorgement de surface, en fonction des critères de drainage de l'engorgement de surface et de souterraine. Deuxièmement, les coefficients de drainage de surface de l'engorgement des eaux de surface et des analyses des avantages économiques de ces modèles de drainage ont été effectués. Ensuite, les analyses des avantages économiques du drainage souterrain amélioré avec un filtre à sable et gravier complet et un filtre à sable et gravier mélangé avec différentes proportions de paille ont été discutées. Les résultats ont indiqué que le drainage souterrain amélioré fonctionnait bien dans l'élimination de l'engorgement des eaux de surface. L'espacement des drains de conception du drainage souterrain amélioré était de 6,7% à 8% supérieur à celui du drainage souterrain conventionnel et les zones occupées étaient de 3% inférieures à celles du fossé lorsque l'espacement des drains satisfaisait aux critères d'élimination de l'engorgement des eaux souterraines. Le drainage souterrain amélioré peut éliminer 19%, 20%, 21%, 22% et 23% de l'engorgement des eaux de surface lorsque les profondeurs de drainage étaient de 0,8, 0,9, 1,0, 1,1 et 1,2 m, ce qui correspond à 19%, 27%, 34%, 40% et 46% plus grands que les conventionnels. La Période de règlement (PP) des trois types de drainage est moins de 3 ans. L'ENPV du drainage souterrain amélioré avec filtre à gravier est d'environ 5,6% inférieur à celui des systèmes conventionnels et supérieur à celui du fossé. Alors que si le drainage souterrain amélioré fixait 70% du volume de paille du matériau filtrant, l'ENPV était similaire à celle du drainage souterrain conventionnel. Dans l'ensemble, le drainage souterrain amélioré est économiquement faisable.

Mots-clés : Drainage souterrain amélioré; Drainage souterrain conventionnel; Fossé; Avantage économique; Drainage de surface; Coefficient d'engorgement des eaux de surface.

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL, ENGINEERING AND SOCIAL ASPECT OF WATER PROBLEMS IN SUDAN

ÉVALUATION DES ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX, TECHNIQUES ET SOCIAUX DES PROBLÈMES D›EAU AU SOUDAN

Eng, Idriss, Safaa[1]

ABSTRACT

Water play a crucial and unavoidable part in the existence of life on earth, without water life will not exist as it is known. Sudan has potential of Water Resources development for the benefit of economic growth and improves the quality of life, but these resources are encountering with obstacles; such as environmental, engineering, social, political problems. People are likely to face even more water stress unless appropriate measures are taken for making water use in efficient and effective in a sustainable manner. This article is presenting the problems associated with water resources development and management in Sudan.

The study adopted different methods for primary and secondary data collection such as discussion with concerned offices, filed works, observation, groups' discussion and reviewing of documents, the study was carried out during Jan-May 2019. According to the study, most of the problems prevailed in Sudan are excessive pumping, shortages of surface and groundwater and water quality. Adding to these are factors such as the impact of climate change, mismanagement, lack of awareness, laws and ineffective regulations. The impact of these problems were classified in 5W/1H (what, where, when, why, who and how) method low income, migration, poverty, poor quality of water.

Keywords: Management; Surface and groundwater; Climate change; Water shortage; Excessive pumping.

RESUME

L'eau joue un rôle crucial et inévitable dans l'existence de la vie sur la terre, sans eau la vie n'existerait pas comme on le sait. Le Soudan possède un potentiel pour développer des ressources en eau au profit de la croissance économique et de l'amélioration de la qualité de vie, mais ces ressources rencontrent des obstacles tels que les problèmes environnementaux, techniques, sociaux et politiques. Les gens sont susceptibles de faire face à un stress hydrique encore plus important à moins que des mesures appropriées ne soient prises pour rendre l'utilisation de l'eau efficace et durable. Cet article présente les problèmes liés au développement et à la gestion des ressources en eau au Soudan.

L'étude a adopté différentes méthodes pour la collecte de données primaires et secondaires telles que la tenue des discussions avec les bureaux concernés, les travaux classés, l'observation, la discussion de groupes et l'examen des documents. L'étude a été réalisée de janvier à mai 2019. Selon l'étude, la plupart des problèmes qui prévalent au Soudan sont le pompage excessif, la pénurie d'eau de surface et souterraine et la qualité de l'eau. À cela s'ajoutent des facteurs tels que l'impact du changement climatique, la mauvaise gestion, le manque de sensibilisation, les lois et les réglementations inefficaces. L'impact de ces problèmes a été classé en méthode 5W/1H (quoi, où, quand, pourquoi, qui et comment), le faible revenu, la migration, la pauvreté, la mauvaise qualité de l'eau.

Mots clés : Gestion; Eaux de surface et souterraines; Changement climatique; Pénurie d'eau; Pompage excessif.

1 Ministryof Water Resources, Irrigation and Electricity, Water Resources Technical Organ, Khartoum, Sudan, Email :Safawhab09@Gmail.Com - Mobile: +249918131516

A CASE FOR MANAGEMENT AND NOT TECHNOLOGY TO LEAD US TO A SUSTAINABLE FUTURE

UN ARGUMENT EN FAVEUR DE LA GESTION ET NON DE LA TECHNOLOGIE POUR NOUS CONDUIRE A UN AVENIR DURABLE

Ricardo Aguirre[1] and Brian Wahlin[2]

ABSTRACT

Degraded land (desertification) is ecology that is out of balance, where both the water and nutrient cycles are no longer effective. Land is degrading at an alarming rate worldwide. Ignoring this reality, engineers and technology advocates continue to use science and technology-based structural, chemical, and mechanical practices that continue to adversely impact the environment, impose ever increasing initial and reccurring costs, and give rise to social calamities worldwide. This paper resolutely describes the need to deploy land management practices as an approach to work with nature and use her fundamental properties to restore watershed function.

Repairing ecological functioning through restoration of watershed properties, including water and mineral cycling, levels of soil organic matter, soil carbon sequestration, and populations of soil microorganisms, offers an effective strategy in harvesting, storing, and managing water resources and reversing desertification. These watershed properties form the fundamental components of soil that determines its water holding capacity. Practices that repair and enhance these processes, as nature intended, can have the effect of addressing the root cause of desertification, which can lead to reduced flooding, elimination of soil erosion, decreased soil salinity levels, improved water quality, and prevention of dust storms among other air quality concerns. As such, the result would be a multitude of beneficial outcomes that work together to restore watershed function.

The efficacy of combining several different land treatment practices is entirely based on restoring soil to a regenerative level, which means that the relationship between green growing plants and soil microbiology has been re-established. These land treatment practices are deployed to mimic nature's intelligence that has been established since life on Earth began, where grasslands, a key landform to supporting watershed health, achieved high functionality due to the coexistence of perennial grasses and megafauna. As such, certain land treatment practices, which include the application of planned grazing, biological soil amendments, key line ploughing, and soil armouring, are being explored and implemented on pilot project sites across the Arid Southwest of the United States to prove the efficacy of nature's four-billion-year-old intelligence.

The authors will present their experience and knowledge with three land management project field studies, as well as case studies demonstrating a proven track record worldwide of other watershed restoration examples. These field studies include the Cochise County-funded 3 Canyons Land Restoration project in Hereford, Arizona, the New Mexico Department of Transportation-funded Dust Mitigation project located adjacent to the Lordsburg Playa, and the Drylands Alliance for Addressing Water Needs (DAAWN) Demonstration Site in Red Rock, Arizona, where each project seeks to restore natural processes to achieve watershed function. This paper will discuss the current water security challenges, pre-industrial and pre-agriculture watershed conditions in arid regions of the world, how soil microbiology and megafauna can offer a solution, and a comparison of technical and management practices.

1 Director, Land Mgmt. & Water Security, West Consultants, Inc., USA, raguirre@westconsultants.com
2 Vice President, WEST Consultants, Inc., USA, bwahlin@westconsultants.com

Using First Principals Thinking to prove that engineers and other land-connected professionals need to manage in accordance with nature rather than design in accordance with technology, this paper has been written to build a case from observation as opposed to conducting a literature review. A disciplined questioning process is implemented to drill down a hierarchy of proofs that uses accepted conditions in nature to infer subsequent conditions as truths. Through this process this paper will reveal that the health of organisms, including humans, that exist in the watershed is directly related to the health and welfare of the watershed, and that the health and welfare of the watershed is directly related to the health of the organisms, including humans, that exist in the watershed.

Keywords: Desertification; Land Management; Engineering with Nature.

RESUME

Les terres dégradées (désertification) sont une écologie déséquilibrée, où les cycles de l'eau et des nutriments ne sont plus efficaces. La terre se dégrade à un rythme alarmant dans le monde. Ignorant cette réalité, les ingénieurs et les défenseurs de la technologie continuent d'utiliser des pratiques structurelles, chimiques et mécaniques se basant sur la science et la technologie qui continuent d'avoir un impact négatif sur l'environnement. Cela impose des coûts initiaux et récurrents toujours plus élevés et provoque des calamités sociales dans le monde. Cet article décrit résolument la nécessité de déployer des pratiques de gestion des terres comme une approche pour travailler avec la nature et utiliser ses propriétés fondamentales pour restaurer la fonction des bassins versants.

La réparation du fonctionnement écologique par le moyen de la restauration des propriétés des bassins versants, y compris le cycle de l'eau et des minéraux, les niveaux de matière organique du sol, la séquestration du carbone dans le sol et les populations de micro-organismes du sol, offre une stratégie efficace pour récolter, stocker et gérer les ressources en eau et inverser la désertification. Ces propriétés du bassin versant constituent les composants fondamentaux du sol qui déterminent sa capacité de rétention d'eau. Les pratiques qui réparent et améliorent ces processus, comme la nature l'a prévu, peuvent avoir pour effet de s'attaquer à la cause profonde de la désertification, ce qui peut entraîner la réduction des inondations, l'élimination de l'érosion des sols, la diminution des niveaux de salinité des sols, l'amélioration de la qualité de l'eau et la prévention des tempêtes de poussière entre autres problèmes de qualité de l'air. Ainsi, il donnera lieu à une multitude de résultats bénéfiques qui s'associent à restaurer la fonction du bassin versant.

L'efficacité de la combinaison de plusieurs pratiques différentes de traitement des terres repose entièrement sur la restauration du sol à un niveau régénérateur, ce qui signifie que la relation entre les plantes vertes et la microbiologie du sol a été rétablie. Ces pratiques de traitement des terres sont déployées pour imiter l'intelligence de la nature qui a été établie depuis le début de la vie sur Terre, où les prairies, une forme du relief pour soutenir la santé des bassins versants, ont atteint une fonctionnalité élevée grâce à la coexistence d'herbes vivaces et de mégafaune. C'est pourquoi certaines pratiques de traitement des sols, notamment l'application de pâturages planifiés, les amendements biologiques, le labourage des lignes clés et le blindage des sols, sont étudiées et mises en œuvre sur des sites de projets pilotes à travers le sud-ouest aride des États-Unis afin de prouver l'efficacité de l'intelligence vieille de quatre milliards d'années de la nature.

Les auteurs présenteront leur expérience et leurs connaissances avec l'aide de trois projets d'études menées sur le terrain relative à la gestion des terres, ainsi que des études de cas démontrant une expérience éprouvée à travers le monde d'autres exemples de restauration de bassins versants. Ces études menées sur le terrain comprennent le Projet de restauration

des terres de 3 Canyons financé par le comté de Cochise à Hereford, en Arizona, le Projet d'atténuation de la poussière financé par le Département des Transports du Nouveau-Mexique situé à côté de Lordsburg Playa et le Site de démonstration de la Drylands Alliance for Addressing Water Needs (DAAWN). à Red Rock, en Arizona, où chaque projet vise à restaurer les processus naturels pour assurer la fonction du bassin versant. Cet article discutera des défis actuels à relever de la sécurité de l'eau, des conditions préindustrielles et préagricoles des bassins versants dans les régions arides du monde, comment la microbiologie des sols et la mégafaune peuvent offrir une solution, et une comparaison des pratiques techniques et de gestion.

En utilisant First Principals Thinking pour prouver que les ingénieurs et d'autres professionnels liés à la terre doivent gérer conformément à la nature plutôt que concevoir conformément à la technologie, cet article a été écrit pour construire un cas à partir de l'observation plutôt que de mener une revue de la littérature. Un processus curieux méthodique est mis en œuvre pour approfondir une hiérarchie de preuves qui utilise des conditions acceptées dans la nature pour déduire des conditions ultérieures comme des vérités. Grâce à ce processus, cet article révélera que la santé des organismes, y compris les humains, qui existent dans le bassin versant est directement liée à la santé et au bien-être du bassin versant, et que la santé et le bien-être du bassin versant sont directement liés à la santé des organismes, y compris les humains, qui existent dans le bassin versant.

Mots-clés : Désertification; Aménagement du territoire; Ingénierie au service de la nature.

THE INTEGRATOR DUAL-DELAY MODEL FOR IRRIGATION CANAL WITH MULTI-OFFTAKE

LE MODÈLE INTÉGRATEUR À DOUBLE RETARD POUR CANAL D'IRRIGATION AVEC MULTI-PRISES

Zhu Zheli[1], Guan Guanghua[2]

ABSTRACT

The key environmental challenge of the 21st century may be the globally sustainable management of water resources with the development of climate change and population growth. But owing to the insufficient, unreliable, and unfair distribution of traditional manual operation, agricultural water is suffering from significant waste. Accordingly, automation control of irrigation canals is among the essential needs. The Integrator Delay (ID) model is one of the most widely used control-oriented models to describe the hydrodynamics of open canal irrigation systems (OCIS), which assumes that all off takes are consolidated into one off take located at the downstream end of each pool. However, such an assumption differs greatly from the actual location distribution of the off takes in most real-world OCIS. It means there might be numerous off takes located at any location along the canals, and this probably leads to the deterioration of the control performance if the ID model is applied directly for controller design. In the study, the first pool of the test canal 2 developed by the ASCE Task Committee is adopted as a controlled object, and the relationship between the off takes location and the prediction accuracy of the ID model is studied first. It is pointed out that the model prediction accuracy can be relatively high when the off take is located somewhere upstream in the canal pool, rather than at the downstream end. That is to say, the basic assumption of the ID model about the off takes is not suitable at the moment. Moreover, it can be supposed that the ID model does not predict the relationship between the flow changes and the downstream water level deviation when the off take is located at the most downstream end of the canal pool, as compared to when the off take is located somewhere upstream. This location is so special that it can be called "the off take feature point of the ID model", or "the off take feature point" for short. Accordingly, the Integrator Dual-Delay(IDD) model is proposed by considering the delay time of off take flow change relative to "the off take feature point", so that the modified model can achieve the best prediction effect of the ID model as much as possible. To evaluate the control performance, a model predictive controller is designed with the ID model or the IDD model when the off take is located upstream in the pool. The simulation results show that, compared with the ID model, the IDD model helps the water level control stability and flow control stability to be improved greatly by 43.9% and 7.4%, respectively. It means that the water supply to the users along the irrigation canal is likely to be more accurate and smoother. The proposed IDD model in this paper can be a reference for similar multi-input and multi-output (MIMO) systems and has strong practical application value for enhancing the effectiveness of irrigation water delivery for worldwide irrigation districts, as well as large-scale water conveyance and distribution projects.

Keywords: Integrator Delay model; Model predictive control; Multi-offtake

1 Ph.D. Candidate, State Key Laboratory of Water Resources and Hydropower Engineering Science, Wuhan University, China, 2014301580021@whu.edu.cn.

2 Associate Professor, State Key Laboratory of Water Resources and Hydropower Engineering Science, Wuhan University, China, GGH@whu.edu.cn.

RÉSUMÉ

Le principal défi environnemental du 21e siècle pourrait être la gestion durable des ressources en eau à l'échelle mondiale avec le développement du changement climatique et la croissance démographique. Mais du fait de la répartition insuffisante, peu fiable et inéquitable de l'exploitation manuelle traditionnelle, l'eau agricole souffre d'un gaspillage important. En conséquence, le contrôle automatisé des canaux d'irrigation fait partie des besoins essentiels. Le modèle Integrator Delay (ID) est l'un des modèles orientés contrôle les plus largement utilisés pour décrire l'hydrodynamique des systèmes d'irrigation à canaux ouverts (OCIS), qui suppose que tous les prélèvements sont regroupés en un seul prélèvement situé à l'extrémité aval de chaque bassin. Cependant, une telle hypothèse diffère considérablement de la répartition géographique réelle des prélèvements dans la plupart des OCIS du monde réel. Cela signifie qu'il peut y avoir de nombreux prélèvements situés à n'importe quel endroit le long des canaux, ce qui conduit probablement à la détérioration des performances de contrôle si le modèle ID est appliqué directement pour la conception du contrôleur. Dans l'étude, le premier pool du canal d'essai 2 développé par le comité de travail de l'ASCE est adopté comme objet contrôlé, et la relation entre l'emplacement des prélèvements et la précision de prédiction du modèle ID est étudiée en premier. Il est souligné que la précision de la prédiction du modèle peut être relativement élevée lorsque le prélèvement est situé quelque part en amont dans le bassin du canal, plutôt qu'à l'extrémité aval. C'est-à-dire que l'hypothèse de base du modèle ID sur les prélèvements n'est pas adaptée pour le moment. De plus, on peut supposer que le modèle ID ne prédit pas la relation entre les changements de débit et la déviation du niveau d'eau en aval lorsque le prélèvement est situé à l'extrémité la plus en aval du bassin du canal, mais lorsque le prélèvement est situé quelque part en amont. Cet emplacement est si spécial qu'il peut être appelé «le point caractéristique de prélèvement du modèle ID», ou «le point caractéristique de prélèvement» en abrégé. En conséquence, le modèle Integrator Dual-Delay (IDD) est proposé en considérant le temps de retard du changement de débit de prélèvement par rapport au «point caractéristique de prélèvement», de sorte que le modèle modifié puisse obtenir le meilleur effet de prédiction du modèle ID autant que possible. Pour évaluer les performances du contrôle, un contrôleur prédictif modèle est conçu avec le modèle ID ou le modèle IDD lorsque le prélèvement est situé en amont dans le bassin. Les résultats de la simulation montrent que, par rapport au modèle ID, le modèle IDD permet d'améliorer considérablement la stabilité du contrôle du niveau d'eau et la stabilité du contrôle du débit de 43,9 % et 7,4 %, respectivement. Cela signifie que l'approvisionnement en eau des utilisateurs le long du canal d'irrigation est plus précis et plus fluide. Le modèle IDD proposé dans cet article peut être une référence pour des systèmes multi-entrées et multi-sorties (MIMO) similaires et a une forte valeur d'application pratique pour améliorer l'efficacité de l'approvisionnement en eau d'irrigation pour les districts d'irrigation du monde entier, ainsi que l'eau à grande échelle. projets de transport et de distribution.

Mots-clés : modèle de délai d'intégration ; Modèle de contrôle prédictif ; Multi-prélèvement.

30 YEARS OF PARTNERSHIPS TO ACHIEVE SUSTAINABLE IRRIGATION THROUGH SHEPPARTON IRRIGATION REGION LAND AND WATER MANAGEMENT PLAN

30 ANS DE PARTENARIATS POUR ATTEINDRE L'IRRIGATION DURABLE DANS LE CADRE DU PLAN DE GESTION DE L'EAU ET DE LA TERRE DE LA RÉGION D'IRRIGATION DE L'ÎLE DE SHEPPARTON

Mr Carl Walters[1], Mr Kelvin Bruce[2] and Ms Megan McFarlane[3]

ABSTRACT

The Shepparton Irrigation Region (SIR) is an environmentally and economically significant area in northern Victoria of Australia covering 500,000 hectares.

The 1990-2020 Shepparton Irrigation Region Land and Water Management Plan (SIRLWMP) was developed in the late 1980s due to community alarm around increasing salinity and water-tables. The regional community (with the support of all levels of government, farmers and technical experts) started implementing the plan in 1990.

The original sustainable development goals of the SIRLWMP were to: manage the salinity of land and water throughout the region and improve the social well-being of communities. It also set out to protect the region's natural assets while increasing its productive capacity.

The plan was unique and innovative in Australia in its approach to taking a long-term view of environmental sustainability. A long-term and adaptive partnership approach across all levels was vital because environmental problems did not always become apparent in the short-term, and input from multi-disciplinary partners was needed to achieve outcomes throughout. All of the partners involved in the plan learned to persist and adapt their approach to build resilience in the socio-economic systems.

There were a wide range of views and expertise that contributed to the success of the plan implementation over 30 years. Technical input was vital at the start of the plan to provide the basis of the strategic decisions and frame the action required. Economic analysis provided additional confidence for successful implementation. Support from governments was also crucial (often normally in terms of funding, but here also policy and the legal frameworks), and the community driving most of the activities on the ground. Everyone had an important role to play.

The SIRLWMP has enabled many serious challenges to be successfully navigated and adapted to over the years. They include:

- The shift from a wetter to a drier climate,
- Changing land use patterns,
- Integration and support of biodiversity,
- The impacts of change within the regional community and
- Maintaining a strong, regional voice to governments.

1 Sustainable Irrigation Program Manager, Goulburn Broken Catchment Management Authority, Australia, carlw@gbcma.vic.gov.au
2 Chair, Shepparton Irrigation Region People Planning and Integration Committee, Australia.
3 Strategy and Implementation Manager, Goulburn Broken Catchment Management Authority, Australia, meganm@gbcma.vic.gov.au

Each of these challenges required the ongoing collaboration of many partners to continuously improve the direction and achievements of the SIRLWMP.

In 2020 a review of the achievements of the 30 years of implementation of the SIRLWMP and the quantifiable breadth and depth of achievements against the plan's goals was revealed. Some of the main outcomes included:

Partners staying the course: developing trust and respect.

- Improved condition in water available to the environment, water quality and water tables.
- Estimated $2 billion of community investment and $650 million of government investment.
- Over 4000 whole farm plans covering more than 300,000 hectares.
- Over 80 gigalitres of water saved.
- 2000 hectares of revegetation, remnant protection and enhancement.
- 737 km drains built.
- Reduction of tonnes of salt and nutrients into rivers.

Of all of these achievements, the partnerships and trust themes were one of the most important. Trust is built over time through respect and constructive dialogue. This can be hard to achieve where there are competing ideas and views. The keys to success include not competing with each other, understanding and respecting each other's roles and supporting community leaders. The agreed outcomes in the SIRLWMP provided a clear map of what the regional community considered to be important and what to do.

There is still more work to do, and the SIRLWMP continues beyond 2020 in a challenging environment. It is expected that partners would continue to work together and continue to talk on other difficult issues - because this is how real change may happens.

Keywords: Irrigation; Drainage; Natural Resource Management; Community; Partnerships; Salinity; Water Management; Biodiversity; Agriculture.

RESUME

La région d'irrigation de Shepparton (SIR) est une zone importante de manière écologique et économique au nord de Victoria en Australie qui couvre une superficie de 500 000 hectares.

Le Plan de gestion de l'eau et de la terre de la région d'irrigation de Shepparton (SIRLWMP) 1990-2020 a été élaboré à la fin des années 1980 en raison des inquiétudes exprimées par la communauté concernant la salinité croissante et les nappes phréatiques. La communauté régionale (avec le soutien de tous les niveaux de gouvernement, des agriculteurs et des experts techniques) a commencé à mettre en œuvre le plan en 1990.

Les objectifs initiaux de développement durable du SIRLWMP étaient de : gérer la salinité des terres et de l'eau de toute la région et améliorer le bien-être social des communautés. Il visait également à protéger les atouts naturels de la région tout en augmentant sa capacité de production.

Le plan était unique et innovant en Australie dans son approche de la prise en compte de la durabilité environnementale à long terme. Une approche de partenariat à long terme et adaptative à tous les niveaux était essentielle car les problèmes environnementaux n'apparaissaient pas toujours à court terme et la contribution de partenaires multidisciplinaires était nécessaire pour obtenir des résultats à tous les niveaux. Tous les partenaires impliqués dans le plan ont appris à persister et à adapter leur approche au renforcement de la résilience des systèmes socio-économiques.

Il y avait un large éventail de points de vue et d'expertise qui ont contribué au succès de la mise en œuvre du plan pendant 30 ans. La contribution technique a été indispensable au démarrage du plan pour fonder les décisions stratégiques et encadrer les actions nécessaires. L'analyse économique a apporté une confiance supplémentaire dans la réussite de la mise en œuvre. Le soutien apporté par des gouvernements était également important (souvent normalement en termes de financement, mais ici aussi de politiques et de cadres juridiques), et la communauté conduisait la plupart des activités sur le terrain. Chacun avait un rôle important à jouer.

Le SIRLWMP a permis de relever de nombreux défis importants et de s'y adapter au fil des ans. Ils incluent:

- Le passage d'un climat plus humide à un climat plus sec,
- La modification des modes d'utilisation des terres,
- L'intégration et le soutien de la biodiversité,
- Les impacts du changement au sein de la communauté régionale et
- La maintenance d'une voix régionale forte auprès des gouvernements.

Chacun de ces défis a nécessité la collaboration continue de nombreux partenaires pour améliorer continuellement l'orientation et les réalisations du SIRLWMP.

En 2020, un examen des réalisations faites durant des 30 années de mise en œuvre du SIRLWMP et de l'étendue et de la profondeur quantifiables ces réalisations par rapport aux objectifs du plan a été révélé. Certains des principaux résultats comprenaient :

- Des partenaires qui ont tenu bon: développement de la confiance et du respect.
- L'amélioration de l'état de l'eau disponible pour l'environnement, de la qualité de l'eau et des nappes phréatiques.
- L'estimation d'investissements communautaires de 2 milliards de dollars et d'investissements gouvernementaux de 650 millions de dollars.
- L'établissement de plus de 4 000 plans d'exploitation complets couvrant plus de 300 000 hectares de terre.
- L'économie de plus de 80 gigalitres d'eau.
- La revégétalisation, la protection et la mise en valeur des vestiges de 2000 hectares
- La construction de 737 km de drains.
- La réduction des tonnes de sel et de nutriments dans les rivières.

De toutes ces réalisations, les partenariats et les thèmes de la confiance ont été importants. La confiance se construit au fil du temps grâce au respect et au dialogue constructif. Cela peut être difficile à réaliser lorsqu'il y a des idées et des points de vue contradictoires. Les clés du succès consistent à ne pas se faire concurrence, à comprendre et à respecter les rôles de chacun et à soutenir les dirigeants communautaires. Les résultats convenus dans le SIRLWMP ont fourni une carte claire de ce que la communauté régionale considérait comme important et de ce qu'il fallait faire.

Il reste encore beaucopu de chose à faire et le SIRLWMP se poursuit au-delà de 2020 dans un environnement difficile. Il est prévu que les partenaires continuent à travailler ensemble et à discuter d'autres questions difficiles - car d'une telle manière seulement de véritables changements peuvent se produire.

Mots clés : Irrigation; Drainage; Gestion des ressources naturelles; Communauté; Partenariats; Salinité; Gestion de l'eau; Biodiversité; Agriculture.

APPLICATION OF SDGS TO ACHIEVE MULTI-STAKEHOLDER DIALOGUE: THE CASE OF BÜNZTAL, SWITZERLAND

UTILISATION DES OBJECTIFS DE DEVELOPPEMENT DURABLE POUR ATTEINDRE UN DIALOGUE MULTIPARTITE : LE CAS DU BÜNZTAL, SUISSE

Dominique Gärtner[1], Martin Fritsch, Samuel Zahner, Thomas Hersche and Bernard Belk

ABSTRACT

In the context of climate change, many countries located in moderate climatic zones are facing increasingly frequent and severe drought periods, leading to an increasing demand for agricultural irrigation. At the same time, political and societal awareness for sustainable agricultural production is rising, making the increased agricultural water demand the subject of controversial discussions. In Switzerland, the main share of crop production takes place in the Swiss lowlands, a region of approximately 10 000 km^2 between Geneva and Schaffhausen. The farmers in this region are increasingly relying on irrigation to maintain the quality and quantity of their production. Switzerland is facing increasingly frequent periods during which water withdrawals from surface water bodies for irrigation causes damage to aquatic ecosystems. The use of groundwater as alternative water source for irrigation purposes is controversially discussed, especially as it is often in competition with drinking water production. In Switzerland water is a public and thus highly sensitive good and the use of the different water resources is regulated in an extensive legal and regulatory framework. Projects for new irrigation facilities must therefore address complex environmental, societal, legal and political conditions. Given this multifaceted background, the definition of specific criteria to assess irrigation projects and their impact on sustainability is of great importance. The 2030 Agenda for Sustainable Development of the UN provides exactly that. Within a framework of 17 Sustainable Development Goals (SDG) and 169 more specific targets, a widely used and universally accepted reference setting for sustainable development has been defined that ensures the consideration of all three dimensions of sustainability in an equilibrated manner.

The applicability of the SDGs in Switzerland was assessed within a case study in the region of Bünztal, in the canton of Argovia. Rising temperatures and declining water availability give rise to the question of whether, where and how irrigation-based agriculture should be practised in future. Based on the general concept of the SDGs, three multidisciplinary workshops were organised: the first was dedicated to the concept of sustainable irrigation in general, the second to the specific case of Bünztal. The third workshop was dedicated to the aspects of enforcement. As SDGs address a wide range of global challenges, some aspects of sustainability within the SDG framework are less relevant in the specific context of Swiss lowland regions. Thus, in a first step, the relevant SDGs were defined, resulting in a reduced set of irrigation-relevant SDGs. The use of these SDGs has proven to be a valuable tool during stakeholder consultations, helping to structure and focus the discussions and resulting in a common understanding of sustainability in irrigation among the participants of the workshops.

Based on the experiences and results from these three workshops, we formulate the following working hypotheses:

- The framework of the SDGs is applicable to the specific subject of agricultural irrigation in a context like Switzerland. It allows to open the technical dialogue and to address sustainability in a holistic approach, including non-technical aspects.

1 Swiss Federal Office for Agriculture FOAG, Schwarzenburgstrasse 165, CH-3003 Bern, Switzerland, dominique.gaertner@blw.admin.ch

- The framework of SDGs enables to refine sustainability and optimisation criteria with respect to both technical and non-technical aspects. It helps to define technical, economical, societal and political conditions for a sustainable agricultural production, especially when water resources are scarce.
- Specific and precise criteria are the prerequisite for the assessment and continuous evaluation of the sustainability of irrigation facilities.

The specific application and translation of SDGs to agricultural irrigation provides a universal framework to reduce uncertainties and conflicts when interacting with stakeholders. It further addresses the increasingly important role of agriculture in reducing the human impact on the environment, i.e. climate change, soil degradation and biodiversity.

Keywords: Sustainable Development, agricultural irrigation, water resources, agricultural production, environment, climate change, soil degradation and biodiversity.

RÉSUMÉ

Face au changement climatique, de nombreux pays situés en zone climatique modérée sont confrontés à des périodes de sécheresse et de chaleur de plus en plus fréquentes et sévères. Ceci entraine une demande accrue pour l'irrigation agricole. En même temps, la pression politique et sociale en faveur d'une production agricole durable augmente, faisant de la thématique de l'irrigation le sujet discussions controversées. En Suisse, la majorité de la production agricole est située sur le plateau Suisse, une région d'environ 10 000 km2 entre les villes de Genève et Schaffhouse. Les agriculteurs dans cette région font de plus en plus souvent recours à l'irrigation pour assurer leur récolte ainsi que la qualité de leurs produits. En Suisse, les périodes de sècheresse où le pompage d'eau dans les petits cours d'eau cause des dommages à l'écosystème deviennent de plus en plus fréquentes. L'utilisation de la nappe phréatique pour l'irrigation est aussi discutée de manière controversée à cause de la compétition avec la production d'eau potable. En Suisse, l'eau est un bien public et donc très sensible, et son utilisation et sa protection est réglée dans cadre légal et réglementaire complexe. Les projets pour de nouvelles infrastructures pour l'irrigation doivent de ce fait correspondre à de multiples critères environnementaux, sociaux, légaux et politiques. Suite à ce cadre complexe, il est primordial de définir des critères de spécifiques pour évaluer les projets pour de nouvelles infrastructures d'irrigation ainsi que leur impact en termes de durabilité. L'agenda 2030 pour le développement durable nous met à disposition un outil approprié pour cela. Les 17 objectifs et les 169 buts spécifiques forment un cadre universel utilisé par de nombreux acteurs et organisations et assurent la prise en compte équilibrée des trois dimensions de la durabilité.

L'application des objectifs de développement durable dans le contexte Suisse a été teste dans le cadre d'une étude de cas dans la région du Bünztal, dans le canton d'Argovie. L'augmentation de la température et une disponibilité de l'eau diminuante font émerger la question d'où et comment une agriculture irriguée duit être mise en place dans le futur. Basé sur le concept général des objectifs de développement durable, trois ateliers multidisciplinaires ont été menés. Le premier était dédié au concept de l'irrigation durable en général, et le second au cas spécifique de la région du Bünztal. Le troisième atelier était dédié aux aspects de mise en œuvre. Comme les objectifs de développement durable adressent un nombre important de défis globaux, certains aspects du développement durable ont moins d'importance dans le contexte dues régions du plateau Suisse. Dans un premier pas, les objectifs de développement durable ayant une importante pour dans le cadre de l'étude ont été définis, ce qui résulte en un set réduit d'objectifs. L'utilisation du concept des objectifs de développement durable s'est avérée être une méthode concluante lors de la consultation

des parties prenantes, en aidant à structurer la discussion et a permis de développer une compréhension commune de la durabilité parmi les participants des différents ateliers.

Basé sur ces expériences et les résultats des trois ateliers, nous formulons les trois hypothèses de travail suivantes :

- Le cadre formé par les objectifs de développement durable est applicable au contexte de l'irrigation agricole en Suisse. Il permet d'ouvrir le dialogue et d'adresser la durabilité de manière globale en incluant les aspects non-techniques.
- Le cadre formé par les objectifs de développement durable permet d'affiner les critères de durabilité et d'optimisation par rapport aux aspects techniques et non- techniques. Il permet de définir des critères techniques, économiques, sociaux et politiques pour une agriculture durable, spécialement quand les ressources en eau diminuent.
- Des critères spécifiques sont une condition préalable pour l'évaluation et le suivi de la durabilité des infrastructures pour l'irrigation.

L'application et l'adaptation des objectifs de développement durable dans le contexte de l'irrigation agricole fournit un cadre universel qui permet de réduire les incertitudes et conflits lors de l'interaction avec les parties prenantes. En plus de ça, il permet d'aborder le rôle de plus en plus important de l'agriculture pour limiter l'impact de l'homme sur l'environnement, en particulier dans les domaines du changement climatique, de la dégradation du sol et de la perte de biodiversité.

Mots clés : Développement durable, irrigation agricole, ressources en eau, production agricole, environnement, changement climatique, dégradation des sols et biodiversité.

IS A DUTY OF CARE OWED WHEN DECIDING HOW MUCH WATER IS TO FLOW THROUGH THE MURRAY-DARLING BASIN?

UN DEVOIR DE DILIGENCE S'IMPOSE-T-IL LORSQU'IL S'AGIT DE DÉCIDER DE LA QUANTITÉ D'EAU QUI DOIT S'ÉCOULER DANS LE BASSIN MURRAY-DARLING?

Dr Monaghan, Joseph[1], Mr Watt, Christopher[2] and Mr Atkinson, Jacob[3]

ABSTRACT

This paper considers the controversial and well-known decision of the Federal Court in *Sharma* to impose a novel common law duty of care on the Federal Environment Minister when making certain decisions under the EPBC Act. This paper applies this decision to the legal framework related to setting Sustainable Diversion Limits in the Murray-Darling Basin. The paper concludes that it is possible that a court would find that the Murray-Darling Basin Authority owes a duty of care to Basin Communities, Indigenous Australians and Future Irrigators to take reasonable steps to avoid causing personal injury and economic and cultural loss. This duty would be met by ensuring Sustainable Diversion Limits are set to levels that do not damage the environmental health of the Basin.

Keywords: Murray-Darling Basin; Sustainable Diversion Limits; Sharma; Duty of Care, Water Act.

RESUME

Cet article examine la décision controversée et bien connue prise par la Cour fédérale dans l'affaire Sharma d'imposer un nouveau droit coutumier devoir de diligence au Ministre fédéral de l'Environnement lorsqu'il prend certaines décisions en vertu de la loi EPBC. Le présent document applique cette décision au cadre juridique lié à l'établissement de limites de dérivation durable dans le bassin Murray-Darling. En conclusion, le document constate qu'il est possible qu'un tribunal juge que l'autorité du bassin Murray-Darling a un devoir de diligence envers les communautés du bassin, les Australiens indigènes et les irrigants futurs pour prendre des mesures raisonnables afin d'éviter de causer des blessures personnelles et des pertes économiques et culturelles. Cette obligation serait remplie en s'assurant que les limites de dérivation durables soient fixées à des niveaux qui ne nuisent pas à la santé environnementale du bassin.

Mots-clés : Bassin Murray-Darling; Limites de dérivation durables; Sharma; Devoir de diligence; Loi sur l'eau.

1 Partner, Holding Redlich. Joseph practices in water law, having completed his doctorate on the Murray–Darling Basin Plan, joseph.monaghan@holdingredlich.com

2 Lawyer, Holding Redlich, christopher.watt@holdingredlich.com

3 Graduate, Holding Redlich, jacob.atkinson@holdingredlich.com

TECHNICAL DIALOGUE AND FRAMEWORK FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS IN INDIA

IMPACT DE LA PANDÉMIE DE COVID-19 SUR L'ATTEINTE DES OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE EN INDE

Ms. Sangle Shivani[1] , Dr. Sangle Shivaji[2]

ABSTRACT

The United Nations adopted the Millennium Declaration comprising the Millennium Development Goals (MDGs) as an outcome of deliberations in the United Nations Millennium Summit on 8 September 2000. It gave a new vision to the global efforts on development over the next 15 years. Further, the United Nations (UN) General Assembly in its 70th Session held on 25th September 2015, with the aim of taking forward the success of Millennium Development Goals, adopted the document titled "Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development" consisting of 17 Sustainable Development Goals (SDGs) and associated 169 targets. The SDGs came into force from 1st January, 2016. The SDGs provide an international framework to move by 2030 towards more equitable, peaceful, resilient, and prosperous societies. The SDGs are not legally binding, but have become de-facto international obligations and have potential to reorient domestic spending priorities of the countries. Countries are expected to take ownership and establish a national framework for achieving these goals. Implementation and success will depend on countries' own sustainable development policies, plans and programs. The 2030 Agenda also underscored the fact that quality, reliable and disaggregated data would be needed for measurement of progress on the targets and for ensuring that "No One is Left Behind".

India is committed to the achievement of the Sustainable Development Goals by 2030. Under the federal set up, the Indian States and Union Territories (UTs) are the key movers on the SDG action agenda and have continued to make gains on various SDG targets. India has taken several proactive steps at both the national and the sub national level to mainstream the SDGs into the policies, schemes and programs of the Government. National Institution for Transforming India (NITI Aayog), as the nodal institution, has mapped the SDGs with centrally sponsored programs of different Central Ministries and Departments. The Ministry of Statistics and Programme Implementation (MoSPI) have developed a National Indicator Framework (NIF) in 2018 consisting of 306 national indictors along with identified data sources and periodicity following technical dialogue and consultation process with concerned Ministries or Departments, UN Agencies and other stakeholders. NIF is the backbone for facilitating and monitoring of SDGs at the national level and provides appropriate direction to the policy makers and the implementing agencies of various schemes and programs. NIF publishes annual Sustainable Development Goals – National Indicator Framework Progress Reports. MoSPI holds regular consultations and has constant dialogue with line Ministries, Departments and the respective Custodian Agencies. Since 2018, the SDG India Index & Dashboard has worked as a powerful tool to bring SDGs clearly and firmly into the policy arena in the States and UTs. Further, MoSPI, NITI Aayog and the United Nations Resident Coordinator Office (UNRCO), New Delhi has entered into a Memorandum of Understanding (MoU) relating to support for Data, Indicators and Statistics for monitoring SDGs in India. NITI Aayog presented

1 Full-Time Student, Final Year, Bachelor of Arts (B.A.), Economics (Honors), Wilson College, Chowpatthy, Mumbai (M.S), India-400007 Email: 84shivanisangle@gmail.com

2 Co-Author, Former Member (Economics), Maharashtra Water Resources Regulatory Authority (MWRRA), Mumbai-400005, M.S. India. Email: sanglest@yahoo.co.in

India's second Voluntary National Review (VNR) to the United Nations High-Level Political Forum ((HLPF) in July 2020, which highlighted the country's accomplishments and the way forward on its journey towards achieving the SDGs. The VNR Report also presented the Indian model of SDG localization, perspectives from various stakeholder consultations, interactions between and across each level, strategies of integrating businesses with the implementation of SDGs, and ways to strengthen the means of implementation. Significant progress in achieving SDGs has already been made across the country. The tempo of progress must be modulated in an evidence-backed manner to fully achieve the SDGs. Sustainable development remains core to India's development strategy, despite several challenges emerging on account of the unprecedented crisis due to COVID-19 pandemic.

Keywords: Sustainable Development Goals; National Indicator Framework, Technical level dialogue; SDG Dashboard.

RESUME

Les Nations Unies ont adopté la Déclaration du Millénaire comprenant les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) à l'issue des délibérations du Sommet du Millénaire des Nations Unies le 8 septembre 2000. Elle a accordé une nouvelle vision aux efforts mondiaux de développement au cours des 15 prochaines années. En outre, l'Assemblée générale des Nations Unies (ONU), lors de sa 70ème session tenue le 25 septembre 2015, en vue d'avancer la réussite des Objectifs du Millénaire pour le développement, a adopté le document intitulé « Transformer notre monde : l'Agenda 2030 pour le développement durable » composé de 17 Objectifs de développement durable (ODD) et 169 cibles associées. Les ODD sont entrés en vigueur le 1er janvier 2016. Les ODD fournissent un cadre international pour évoluer d'ici 2030 vers des sociétés plus équitables, pacifiques, résilientes qui prospèrent. Les ODD ne sont pas juridiquement contraignants, mais sont devenus de facto des obligations internationales et ont le potentiel de réorienter les priorités de dépenses nationales des pays. Les pays sont censés s'approprier le processus et établir un cadre national pour atteindre ces objectifs. La mise en œuvre et la réussite dépendront des propres politiques, plans et programmes de développement durable des pays. L'Agenda 2030 a également souligné le fait que des données de qualité, fiables et désagrégées seraient nécessaires pour mesurer les progrès réalisé en ce qui concerne les objectifs et pour garantir que «personne n'est laissé pour compte».

L'Inde s'est engagée à atteindre les Objectifs de développement durable d'ici 2030. Dans le cadre de la structure fédérale, les États indiens et les territoires de l'Union (UT) sont les forces majeures du programme d'action des ODD et ont continué à progresser sur diverses cibles des ODD. L'Inde a pris plusieurs mesures proactives aux niveaux national et local pour intégrer les ODD dans les politiques, plans et programmes du gouvernement. L'Institution nationale pour la transformation de l'Inde (NITI Aayog), en tant qu'institution nodale, a cartographié les ODD avec des programmes parrainés par le gouvernement central de différents ministères et départements du gouvernement central. Le ministère de la statistique et de la mise en œuvre des programmes (MoSPI) a élaboré un Cadre national des indicateurs (CNI) en 2018 composé de 306 indicateurs nationaux ainsi que des sources de données identifiées et une périodicité à la suite d'un dialogue technique et d'un processus de consultation avec les ministères ou départements concernés, les agences des Nations Unies et d'autres parties prenantes. Le CNI est l'épine dorsale de la facilitation et du suivi des ODD au niveau national et fournit une orientation appropriée aux décideurs politiques et aux agences de mise en œuvre de divers projets et programmes. Le CNI publie des rapports annuels sur le progrès réalisé concernant les Objectifs de développement durable - Cadre national des indicateurs. Le MoSPI tient des consultations régulières et entretient un dialogue constant avec les ministères de tutelle, les

départements et les agences gardiennes respectives. Depuis 2018, India Index & Tableau de bord ODD a fonctionné comme un outil puissant pour faire entrer clairement et fermement les ODD dans l'arène politique des États et des territoires de l'Union (UT). En outre, le MoSPI, le NITI Aayog et le Bureau du coordonnateur résident des Nations Unies (UNRCO) à New Delhi ont conclu un Mémorandum d'accord relatif au soutien des données, des indicateurs et des statistiques pour le suivi des ODD en Inde. Le NITI Aayog a présenté la deuxième Revue Nationale Volontaire (VNR) de l›Inde au Forum politique de haut niveau des Nations Unies ((HLPF) en juillet 2020, qui a mis en évidence les réalisations du pays et la voie à suivre pour atteindre les ODD. Le rapport VNR a également présenté le modèle indien de localisation des ODD, les perspectives des diverses consultations des parties prenantes, les interactions entre et à travers chaque niveau, les stratégies d'intégration des entreprises à la mise en œuvre des ODD et les moyens de renforcer les moyens de mise en œuvre. Des progrès significatifs dans la réalisation des ODD ont déjà été réalisés à travers le pays. Le rythme des progrès doit être modulé de manière fondée sur les preuves pour atteindre pleinement les ODD. Le développement durable reste au cœur de la stratégie de développement de l'Inde, malgré plusieurs défis émergeant en raison de la crise sans précédent due à la pandémie de COVID-19.

Mots clés : Objectifs de développement durable; Cadre national des indicateurs (CNI); Dialogue au niveau technique; Tableau de bord ODD.

EVALUATION OF IRRIGATION AND DRIANAGE PERFORMANCE IN IMPROVED CANALS IN EGYPT

ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE DE L›IRRIGATION ET DU DRAINAGE DANS LES CANAUX AMÉLIORÉS EN ÉGYPTE

Mohamed El Fetyany[1], and Atef Nassar[2]

ABSTRACT

Agriculture sector is the major water user in Egypt, water management activities including irrigation and drainage need to be continuously evaluated and assessed either internally through comparison with previous performance evaluation for the same canals, or externally against similar activities in other countries performing similar functions. This evaluation is performed for the purpose of comparison, gap analysis then suggesting measures for enhancing the performance as compared to the current situation to a better situation.

Six branch canals were chosen to evaluate the performance of irrigation and drainage in improved canals in Egypt. Total command area was 27,920 feddans (11,725 ha), each branch canal supply water to 2,350 – 5,640 feddans (987-2367 ha).

Key performance indicators were developed for evaluation of irrigation and drainage performance. The performance of the six canals was compared and evaluated against water delivered, agricultural production and the environmental status.

The parameters so calculated were analyzed show that some branch canals are performing well in one way, and poorly in another. Nesheel canal, for example, showed acceptable performance in the winter season regarding the total production per unit water supply, but indicate poor performance regarding the groundwater and soil salinity levels.

Keywords: Water Management; Performance Evaluation; Irrigation; Drainage; Branch canal; Irrigation improvement.

RESUME

Le secteur agricole est le principal utilisateur de l'eau en Égypte. Les activités de gestion de l'eau, y compris l'irrigation et le drainage, doivent être continuellement évaluées et évaluées soit en interne par comparaison avec l'évaluation précédente des performances des mêmes canaux, soit en externe par rapport à des activités similaires dans d'autres pays exerçant des fonctions similaires. Cette évaluation est effectuée à des fins de comparaison, d'analyse des lacunes, Cette évaluation est effectuée à des fins de comparaison, d'analyse des lacunes et de proposition des mesures visant à améliorer les performances par rapport à la situation actuelle à une meilleure situation.

1 Water Management Research Institute, NWRC, Egypt. mohamedfet@yahoo.com
2 Deputy Director of Water Management Research Institute, NWRC,Egypt.*atef_nassar@hotmail.com*

Six canaux primaires ont été choisis pour évaluer la performance de l'irrigation et du drainage dans des canaux améliorés en Égypte. La zone de commandement totale était de 27 920 feddans (11 725 ha), chaque canal primaire alimentant en eau 2 350 à 5 640 feddans (987-2 367 ha).

Des indicateurs de performance clés ont été développés pour l'évaluation des performances d'irrigation et de drainage. La performance des six canaux a été comparée et évaluée par rapport à l'eau fournie, à la production agricole et à l'état environnemental.

Les paramètres ainsi calculés et analysés montrent que certains canaux primaires fonctionnent bien dans un sens, et mal dans un autre. Le canal de Nesheel, par exemple, a montré des performances acceptables pendant la saison hivernale en ce qui concerne la production totale par unité d'approvisionnement en eau, mais indique des performances médiocres en ce qui concerne les niveaux de salinité des eaux souterraines et du sol.

Mots clés : Gestion de l'eau; Évaluation des performances; Irrigation, Drainage ; Canal primaire; Amélioration de l'irrigation.

SOIL COVERAGE AND IRRIGATION: SUSTAINABLE ALTERNATIVES IN CULTIVATION OF VEGETABLES

COUVERTURE DU SOL ET IRRIGATION : ALTERNATIVES DURABLES POUR LA CULTURE DES LÉGUMES

Joslanny Higino Vieira[1], Catariny Cabral Aleman[2], Elis Marina de Freitas[1], Laylton de Albuquerque Santos[1]; Gustavo Henrique da Silva[1] and Matheus Amorim Caliman[1]

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate morphophysiological parameters of carrots with different irrigation depths and soil coverings. Two experiments were carried out at the Federal University of Viçosa. The first cycle took place between August and October 2019 and the second between March and May 2020. The experimental design was a randomized block in a 5x3 factorial scheme, with five irrigation depths, based on the daily irrigation slide (20, 40, 60, 80 and 100% LI) and three soil coverings (white polyethylene, biodegradable paper and without soil cover - Control) with four replications. The irrigation system used was by drip and the irrigation management was by tensiometer. Length and diameter of the roots, vegetation index with normalized difference (NDVI), leaf temperatures, height of leaves, dry root weight, root productivity and water use efficiency were evaluated. The data was subjected to analysis of variance and regression. The averages of the qualitative factor were compared by the Tukey test at the level of 5% and for the quantitative factor, regression was used. There was no interaction between the factors studied. The variation in soil moisture was greatly influenced by irrigation depths and soil cover. The irrigation depths significantly influenced the parameters: diameter, leaf height, NDVI, root productivity and water use efficiency, with an increase in the parameters evaluated in the largest irrigation depths, with improve of 100 % daily on irrigation. The soil cover factor significantly increased root length, diameter, plant height, root productivity, dry root weight and water use efficiency. Polyethylene and biodegradable paper implemented the best results in the culture's morphophysiological parameters. However, the work provided greater increases in length, height, NDVI and root yield of the carrot. For the cultivation conditions evaluated, it is recommended to use irrigation in 100% of the daily depth with biodegradable paper cover.

Keywords: Daucus carota L; Soil moisture; NDVI.

RESUME

Cette étude visait à évaluer les paramètres morphophysiologiques des carottes avec différentes profondeurs d'irrigation et couvertures de sol. Deux expériences ont été menées à l'Université fédérale de Viçosa. Le premier cycle a eu lieu entre les mois d'août et d'octobre 2019 et le second entre les mois de mars et de mai 2020. Le dispositif expérimental était un bloc randomisé dans un schéma factoriel 5x3, avec cinq profondeurs d'irrigation, basées sur le glissement d'irrigation quotidien (20, 40, 60, 80 et 100% LI) et trois couvertures du sol (polyéthylène blanc, papier biodégradable et sans couverture de sol - Contrôle) avec quatre répétitions. Le système d'irrigation utilisé était à goutte-à-goutte et la gestion de l'irrigation était par tensiomètre. La longueur et le diamètre des racines, l'indice de végétation

1 PhD student of Department of Agricultural Engineering, Federal University of Viçosa (UFV), Avenue Peter Henry Rolfs, Viçosa 36570-900, MG, Brazil; joslanny.vieira@ufv.br, elismarina1.freitas@gmail.com; laylton.santos@ufv.br; dasilva.h.gustavo@gmail.com matheusacaliman@gmail.com

2 Researcher and Professor at Agricultural Engineering Department, in Federal University of Viçosa, PH Rolfs Avenue, 0, Viçosa-MG, Brazil. E-mail: catariny@ufv.br

avec différence normalisée (NDVI), les températures foliaires, la hauteur des feuilles, le poids des racines sèches, la productivité des racines et l'efficacité de l'utilisation de l'eau ont été évalués. Les données ont été soumises à une analyse de variance et de régression. Les moyennes du facteur qualitatif ont été comparées par le test de Tukey au niveau de 5% et pour le facteur quantitatif, la régression a été utilisée. Il n'y avait pas d'interaction entre les facteurs étudiés. La variation de l'humidité du sol était fortement influencée par les profondeurs d'irrigation et la couverture du sol. Les profondeurs d'irrigation ont influencé significativement les paramètres : diamètre, hauteur des feuilles, NDVI, productivité racinaire et efficacité d'utilisation de l'eau, avec une augmentation des paramètres évalués dans les plus grandes profondeurs d'irrigation, avec une amélioration de 100% par jour à l'irrigation. Le facteur de couverture du sol a considérablement augmenté la longueur et le diamètre des racines, la hauteur des plantes, la productivité des racines, le poids des racines sèches et l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Le polyéthylène et le papier biodégradable ont mis en œuvre les meilleurs résultats dans les paramètres morphophysiologiques de la culture. Cependant, les travaux ont fourni des augmentations plus importantes de la longueur, de la hauteur, du NDVI et du rendement en racines de la carotte. Pour les conditions de culture évaluées, il est recommandé d'utiliser une irrigation à 100% de la profondeur journalière avec une couverture en papier biodégradable.

Mots clés : Daucus carota L; Humidité du sol; NDVI.

LAND SUITABILITY OF CROPS UNDER E. GRANDIS PLANTATIONS IN THE MOPANI DISTRICT, LIMPOPO PROVINCE IN SOUTH AFRICA

ADEQUATION DES TERRES AUX CULTURES DANS LES PLANTATIONS D'E. GRANDIS DANS LE DISTRICT DE MOPANI, PROVINCE DE LIMPOPO EN AFRIQUE DU SUD

Tahulela T,[1] Madakadze IC[2] an Maponya P[3]

ABSTRACT

Intercropping of plantation trees with annual crops is being encouraged in South Africa as a way of maximising resource utilization and for income generation, job creation and food security. This is dependent on the competition for light and water between trees and crops, and soil nutrient dynamics. In monoculture plantations, the changes in soil over time with changing climatic conditions have an impact on soil health and thus on crop production. The objective of this study was to assess the physical land suitability for growing crops under *E. grandis* plantation based on climate, soil, topographic information and crop suitability maps for Mopani District in Limpopo Province. Evaluation of physical land suitability was carried out by matching crop requirements and land characteristics of areas that had been under *E. grandis* for about 20 years. Soil moisture data, soil chemical and physical properties and projected climate data were used to identify crop suitability in the study area. Data collected results indicated that the area has Sandy Clay Loam to Sandy Clay soil texture with 50% clay. The soil depth is >1200 mm and has well/ excessive soil drainage. Projected climate data in the study area indicated that the mean annual temperature is expected to decrease by 14% while mean annual precipitation is expected to increase by 13%. The biological components of the soil indicated that there could be disturbance in nutrient and water uptake as well as crop attack. Although, the soils are the major limiting factor in crop production, intercropping with legumes within *E. grandis* is feasible with good management practices. Nevertheless, it is suggested that crops that are resistant to hyphal feeders should be incorporated in the intercropping system and regular assessment of land suitability be done with changing climatic conditions over time.

Keywords: Land suitability; Eucalyptus grandis; Legumes; Crop production; Climate change; Limpopo Province; South Africa.

RESUME

La culture mixte d'arbres de plantation avec des cultures annuelles est encouragée en Afrique du Sud comme moyen de maximiser l'utilisation des ressources et pour la génération de revenus, la création d'emplois et la sécurité alimentaire. Cela dépend de la concurrence pour la lumière et l'eau entre les arbres et les cultures, et de la dynamique des nutriments du sol. Dans les plantations de monoculture, les modifications du sol au fil du temps avec l'évolution des conditions climatiques exercent un impact sur la santé du sol et donc sur la production des cultures. Cette étude visait à évaluer l'adéquation physique des terres pour

1 Researcher & PhD Candidate, South Africa Forestry Company Limited (SAFCOL) Research, SAFCOL (Pty) LTD, Sabie, South Africa.
2 Senior Lecturer, University of Pretoria, Faculty of Agriculture and Natural Science, South Africa.
3 Senior Researcher, Agriculture Research Council: Vegetables and Ornamental Plants, Pretoria, South Africa.

la cultivation dans le cadre des plantations d'E. grandis sur la base du climat, du sol, des informations topographiques et des cartes d'aptitude des cultures du district de Mopani dans la province du Limpopo. L'évaluation de l'adéquation physique des terres a été effectuée en faisant correspondre les besoins des cultures et les caractéristiques des terres des zones qui avaient été sous E. grandis pendant environ 20 ans. Les données sur l'humidité du sol, les propriétés chimiques et physiques du sol et les données climatiques projetées ont été utilisées pour déterminer la pertinence des cultures dans la zone d'étude. Les résultats des données recueillies ont indiqué que la zone a une texture de sol terreau sablo-argileux à argile sablonneuse avec 50% d'argile. La profondeur du sol est > 1200 mm et le drainage du sol est bon/excessif. Les données climatiques projetées dans la zone d'étude indiquent que la température annuelle moyenne devrait diminuer de 14% tandis que les précipitations annuelles moyennes devraient augmenter de 13%. Les composants biologiques du sol ont indiqué qu'il pourrait y avoir une perturbation de l'absorption des nutriments et de l'eau ainsi qu'une attaque des cultures. Bien que les sols soient le principal facteur limitant de la production agricole, la culture mixte avec des légumineuses au sein d'E. grandis est réalisable avec de bonnes pratiques de gestion. Néanmoins, il est proposé que les cultures résistantes aux hyphes soient incorporées dans le système de culture mixte et qu'une évaluation régulière de l'adéquation des terres soit faite en fonction de l'évolution des conditions climatiques au fil du temps.

Mots-clés : Adéquation des terres; Eucalyptus grandis; Légumineuses; Production agricole; Changement climatique; Province du Limpopo; Afrique du Sud.

STUDY ON THE DRAINAGE CAPACITY OF PIPE DRAIN IN FARMLAND AND IMPROVEMENT METHODS

ÉTUDE SUR LA CAPACITÉ DE DRAINAGE DU DRAIN DE TUYAU DANS LES TERRES AGRICOLES ET MÉTHODES D›AMÉLIORATION

Wang Shaoli[11] , Ren Xiaolei[1,2], Tao Yuan[1]

ABSTRACT

In the area where the water table is high and the surface is prone to water ponding, it is of great significance to explore the economic and feasible subsurface drainage measures to reduce crop water logging stress and improve crop yield. Based on the theoretical formula of subsurface drainage flow rate, this paper analyzes the influencing factors of pipe drain capacity and the ways to increase the capacity of pipe drain, and puts forward a siphon flow increasing method by using the siphon principle to install a siphon at the outlet of pipe, so as to lower the outlet of the drain pipe to a certain depth. The theory and experiment show that this method can greatly improve the drainage capacity of shallow buried pipe without increasing the cost of pipe drain. When the shallow buried pipe is increased to medium and deep buried through siphon, that is, the water head of shallow buried pipe increases by 1.33 times and 1.67 times, the drainage flow rate increases by 33.3% and 66.7%, and 16% and 27% larger than that of middle and deep buried pipe under the same drainage condition because of its small seepage resistance coefficient. With the decrease of ponding water depth, the drainage flow rate of shallow buried pipe with siphon decreases, but the percentage of flow increasing effect increases. The research results can provide technical support for the construction of high-efficiency engineering means to control water logging and reduction in the water logging problems in the areas that are prone to waterlogging

.

Keywords: Waterlogging disaster; Pipe drain; Siphon; Drainage flow rate; Flow increasing effect.

RESUME

Dans la zone où la nappe phréatique est élevée et la surface est sujette à la formation de flaquages, il est très important d'explorer les mesures de drainage souterrain économiques et faisables pour réduire le stress lié à l'engorgement agricole et améliorer le rendement agricole. Sur la base de la formule théorique du débit de drainage souterrain, cet article analyse les facteurs d'influence de la capacité du drain de tuyau et les moyens d'augmenter la capacité du drain de tuyau, et propose une méthode d'augmentation du débit de siphon en utilisant le principe du siphon pour installer un siphon à la sortie du tuyau, de manière à abaisser la sortie du drain de tuyau à une certaine profondeur. La théorie et l'expérience montrent que cette méthode peut grandement améliorer la capacité de drainage des tuyaux enterrés peu profonds sans augmenter le coût du drain de tuyau. Lorsque la profondeur du tuyau enterré peu profond est augmentée à moyen et profond enterré à travers le siphon, c'est-à-dire que la tête d'eau du tuyau enterré peu profond augmente de 1,33 fois et 1,67 fois, le débit de drainage augmente de 33,3% et 66,7%, et 16% et 27% supérieur à celui d'un tuyau enterré moyen et profond dans les mêmes conditions de drainage en raison de son faible coefficient de résistance à l'infiltration. Avec la diminution de la profondeur de flaque d'eau, le débit de drainage du tuyau enterré peu profond avec siphon diminue, mais le pourcentage

1 China Institute of Water Resources and Hydropower Research，Beijing 100048, China

2. College of Water Resources and Civil Engineering, China Agricultural University，Beijing 100083, *China*) Department of Irrigation and Drainage, China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100048, China. E-mail address:shaoliw@iwhr.com

d'effet d'augmentation du débit augmente. Les résultats de la recherche peuvent fournir un soutien technique pour la construction de moyens d'ingénierie à haute efficience pour contrôler l'engorgement et réduire les problèmes d'engorgement dans les zones sujettes à l'engorgement.

Mots clés: Désastre d'engorgement; Drain de tuyau; Siphon; Débit de drainage; Effet de l'augmentation du débit.

Abstracts of Papers received in Response to

Q.63.3: What Parties should be Addressing SDG: 12 'Responsible Consumption and Production' / Quelles parties devraient aborder l'ODD 12 "Consommation et production responsables" ?

INDEX OF ABSTRACT

		Page No.
R.63.3.01	**Water Management Training and Extension Services as Key Drivers to Homestead Food Gardens Production: A Case Study of Households in Gauteng Province, South Africa** Formation Et Services De Vulgarisation En Matière De Gestion De L'eau En Tant Que Principaux Facteurs De La Production Des Jardins Potagers A La Ferme : Étude De Cas De Ménages Dans La Province Du Gauteng, Afrique Du Sud Maponya P (South Africa)	223
R.63.3.02	**A Model To Facilitate Investment Decision for Drip Irrigation System (IDMDIS) and its Application on Citrus Crop in Bihar: A Case Study** Modele Pour Faciliter La Décision D'investissement Dans Le Systeme D'irrigation Goutte A Goutte (IDMDIS) Et Son Application Sur La Culture Des Agrumes Dans L'etat De Bihar : Une Etude De Cas *Dr. L. B. Roy, Dr. A. Upadhyaya (India)*	226
R.63.3.03	**Human Food Needs, Problems, Solutions** Besoins Alimentaires De L'homme, Problèmes, Solutions *M. Zare Bahari (Iran)*	228
R.63.3.04	**Enlargement of the Area of Irrigated Land in Azerbaijan: A Case Study of the Alijanchay Reservoir** Agrandissement De La Superficie Des Terres Irriguées En Azerbaïdjan : Étude De Cas Du Réservoir D'alijanchay *Imanov Farda, Nuriyev Anar (Azerbaijan)*	230
R.63.3.05	**Crop Mapping Using Multi-Temporal Sentinel-2 and Sentinel-1 Imagery through Google Earth Engine** Cartographie Des Cultures A L'aide De L'imagerie Sentinel-2 Et Sentinel-1 Multi-Temporale Par Le Biais De Google Earth Engine *Peyman Jafary, Domitille Vallee, Jiro Ariyama, Ali Shahnian (Iran)*	233
R.63.3.06	**Water Allocation Practices Among Multiple Users' In Sri Lanka** Pratiques D'allocation De L'eau Entre Plusieurs Utilisateurs Au Sri Lanka *Badra Kamaladasa (Sri Lanka)*	235

R.63.3.07 **Crop Coefficient Development for Dry Bean in Saskatchewan** **238**
Établissement D'un Coefficient Cultural Pour Les Haricots Secs en Saskatchewan
Tanko, Hakibu, Tomasiewicz, Dale, Harms, Ted, Svendsen, Erl, Helgason, Warren, Tollefson, Laurie and Derdall, Evan (Canada)

WATER MANAGEMENT TRAINING AND EXTENSION SERVICES AS KEY DRIVERS TO HOMESTEAD FOOD GARDENS PRODUCTION: A CASE STUDY OF HOUSEHOLDS IN GAUTENG PROVINCE, SOUTH AFRICA

FORMATION ET SERVICES DE VULGARISATION EN MATIÈRE DE GESTION DE L'EAU EN TANT QUE PRINCIPAUX FACTEURS DE LA PRODUCTION DES JARDINS POTAGERS A LA FERME : ÉTUDE DE CAS DE MÉNAGES DANS LA PROVINCE DU GAUTENG, AFRIQUE DU SUD

Maponya P[1]

ABSTRACT

Globally food and agriculture lie at the heart of the new 2030 Agenda for Sustainable Development, especially for the goals of ending poverty, hunger and malnutrition; sustaining natural resources; and responding to climate change. Hence, water management is very critical to achieve food production. In addition, South Africa, a water-stressed country, requires careful management of the demand for water and a well-structured education and training programmes suitably targeted to stakeholders in the water management chain. Household survey was conducted in the Gauteng Province by the Agricultural Research Council (ARC) and Gauteng Department of Agriculture and Rural Development (GDARD) to establish the key drivers to Homestead Food Garden Production.The followings were the objectives: (1) To identify and describe the drought status of households in Gauteng Province. (b) To identify and describe the socio economic characteristics of households in Gauteng Province. A total of 1150 households spread across Gauteng Province Metropolitans and districts are as follows: City of Johannesburg Metropolitan (319); City of Tshwane Metropolitan (270); Ekurhuleni Metropolitan (141); Sedibeng District (216) and West Rand District (204) participated while quantitative and qualitative designs were used as a questionnaire, stakeholder's discussion and field observations were part of the data collection. A purposive sampling technique was used and data was coded, captured and analysed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). At the same time, the drought status remains threatening to homestead food gardening in the Gauteng Province. The standardised precipitation index (SPI) showed that severe to extreme drought conditions were present over some parts of South Africa including Gauteng Province. At the same time, 691 households were trained in various agricultural topics including water management while 459 households were not trained. The households indicated that the once of 3 days training is too short and some households felt that topics that would improve the resilience and sustainability of food gardens (water management approaches including rainwater harvesting, greywater use, mulching etc.) were not well addressed and were identified as key to engage fully in homestead food gardens. Hence, households felt that there is still a need they to be trained more frequently in water management approaches especially in the current drought status. The water management training should also be coupled with a good extension service as most households complained about the lack of availability of agricultural advisors. The study concluded that for a productive and permanent homestead food garden, attention must be given to the sound training and extension service on the provision of water supply and storage, efficiency of irrigation and draining land as a necessity. Failure to address some of the training needs has led to

1 Senior Researcher & Project Leader, Agriculture Research Council: Vegetables and Ornamental Plants, Pretoria, South Africa

constrained agricultural growth across the provinces in South Africa. The survey concluded and recommended that households and the Gauteng Department of Agriculture and Rural Development should approach the Agricultural Research Council for assistance. Agricultural Research Council is offering water management training and capacity building to develop the skills, knowledge and means to define, plan and implement programmes in integrated water resource development in agriculture across South Africa. This will go a long way in enabling households to improve water management to achieve both high water productivity and increase homestead food production.

Keywords: Water Management Training and Extension Services; Homestead Food Garden; Households; Gauteng Province and South Africa

RESUME

À l›échelle mondiale, l›alimentation et l›agriculture sont au cœur du nouveau programme de développement durable à l›horizon 2030, en particulier pour éliminer la pauvreté, la faim et la malnutrition ; maintenir les ressources naturelles; et répondre au changement climatique. Par conséquent, la gestion de l'eau est très importante pour réaliser la production alimentaire. En outre, l'Afrique du Sud, pays en situation de stress hydrique, nécessite une gestion prudente de la demande en eau et des programmes d'éducation et de formation bien structurés et adaptés aux parties prenantes de la chaîne de gestion de l'eau. Une enquête auprès des ménages a été menée dans la province de Gauteng par le Conseil de la recherche agricole (ARC) et le Département de l'agriculture et du développement rural de Gauteng (GDARD) pour établir les principaux facteurs de la production des jardins potagers à la ferme. Les objectifs étaient les suivants : (1) Identifier et décrire l'état de sécheresse des ménages dans la province de Gauteng. (b) Identifier et décrire les caractéristiques socio-économiques des ménages dans la province de Gauteng. Un total de 1 150 ménages répartis dans les métropoles et les districts de la province de Gauteng sont les suivants : Ville de Johannesburg métropolitaine (319); ville de Tshwane métropolitaine (270); Ekurhuleni métropolitaine (141); district de Sedibeng (216) et district de West Rand (204) ont participé, tandis que des conceptions quantitatives et qualitatives ont été utilisées comme questionnaire, la discussion des parties prenantes et les observations sur le terrain faisaient partie de la collecte de données. Une technique d'échantillonnage calculée a été utilisée et les données ont été programmés, saisies et analysées à l'aide du Progiciel statistique pour les sciences sociales (SPSS). En même temps, la sécheresse continue de menacer la production des jardins potagers à la ferme dans la province de Gauteng. L'Indice standardisé des précipitations (SPI) a montré que des conditions de sécheresse sévère à extrême étaient présentes dans certaines parties de l'Afrique du Sud, y compris dans la province de Gauteng. Parallèlement, 691 ménages ont été formés sur divers sujets agricoles, y compris la gestion de l'eau tandis que 459 ménages n'ont pas été formés. Les ménages ont indiqué que la période de formation d'une fois sur 3 jours est trop courte et certains ménages ont estimé que les sujets qui amélioreraient la résilience et la durabilité des jardins potagers (approches de gestion de l'eau, y compris la collecte des eaux de pluie, l'utilisation des eaux grises, le paillage, etc.) n'étaient pas bien abordés et étaient identifié comme la clé pour s'engager pleinement dans les jardins potagers à la ferme. Par conséquent, les ménages ont estimé qu'il était encore nécessaire de les former plus fréquemment aux approches de gestion de l'eau, en particulier dans le contexte actuel de sécheresse. La formation en gestion de l'eau devrait également être ajoutée à un bon service de vulgarisation car la plupart des ménages se sont plaints du manque de disponibilité des conseillers agricoles. L'étude a conclu que pour un jardin potager à la ferme productif et permanent, une attention doit être accordée à la qualité du service de formation et de vulgarisation sur la fourniture d'approvisionnement en eau et le stockage, l'efficacité de l'irrigation et le drainage des terres comme une nécessité. L'incapacité à répondre à certains

des besoins de formation a conduit à une croissance agricole limitée dans toutes les provinces d'Afrique du Sud. L'enquête a conclu et recommandé que les ménages et le Département de l'agriculture et du développement rural de Gauteng contactent le Conseil de la recherche agricole pour obtenir de l'aide. Le Conseil de la recherche agricole propose une formation à la gestion de l'eau et un renforcement des capacités pour développer les compétences, les connaissances et les moyens de définir, planifier et mettre en œuvre des programmes de développement intégré des ressources en eau dans l'agriculture à travers l'Afrique du Sud. Cela contribuera grandement à permettre aux ménages d'améliorer la gestion de l'eau afin d'atteindre à la fois une productivité élevée de l'eau et d'augmenter la production alimentaire à la ferme.

Mots-clés : Services de formation et de vulgarisation en gestion de l'eau; Jardin potager à la ferme; Ménages; Province de Gauteng et Afrique du Sud.

A MODEL TO FACILITATE INVESTMENT DECISION FOR DRIP IRRIGATION SYSTEM (IDMDIS) AND ITS APPLICATION ON CITRUS CROP IN BIHAR: A CASE STUDY

MODELE POUR FACILITER LA DECISION D'INVESTISSEMENT DANS LE SYSTEME D'IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE (IDMDIS) ET SON APPLICATION SUR LA CULTURE DES AGRUMES DANS L'ETAT DE BIHAR : UNE ETUDE DE CAS

Dr. L. B. Roy[1] , and Dr. A. Upadhyaya[2]

ABSTRACT

Drip/ Trickle irrigation, a pressurized irrigation method, is widely practiced in developed countries due to its unique attribute of applying water drop by drop at a frequent interval in the root zone of plant. It is being promoted in arid and semi-arid zones, due to major problem of water scarcity. The drip irrigation system may be located on the soil surface or inside the soil at certain depth.

The drip irrigation system has already been proved to be profitable in arid regions, where water is scare and often of poor quality in respect of salt concentration. Through drip irrigation system, poor quality saline water can be safely applied in the root zone of crops, which is not possible in other irrigation methods. Similarly, in drip irrigation system, fertilizers can also be applied along with water and the process is known as fertigation. The benefit of Drip irrigation system adoption is quantitative as well as qualitative improvement of fruits, vegetables and flowers etc. with efficient use of water. Main reason for such improvement is due to congenial conditions in the root zone and no water or nutrient stress throughout the crop growth period.

Review of initial studies on irrigation water application shows that in 1860 researchers in Germany started thinking about combined irrigation and drainage system and they used clay pipes for irrigation below the surface. In 1920, they introduced perforated pipe for irrigation. In 1930, Australia proposed to irrigate trees through a system of galvanized iron pipes of 5 cm diameter laid in a line. Symcha Blass, an Israeli engineer conceived the idea of applying water drop by drop in 1940, so a low pressure system was developed by him and he got it patented. This was very much appreciated by Israel and in 1969 it started selling out drip irrigation pipes all over the world. Later on, Drip irrigation started gaining popularity in USA, Europe, Australia, Mexico, South Africa and other parts of the world. In India, Drip irrigation system adoption is miserably low mainly due to small and fragmented land holdings and many other constraints.

In this paper, a model to facilitate investment decision for adoption of Drip Irrigation system (IDMDIS) has been presented and economic feasibility of drip irrigation system application on Citrus crop in Bihar has been studied. Results indicate that adoption of Drip irrigation on Citrus in Bihar, where good quality shallow ground water aquifers are present, is profitable. Drip irrigation system to efficiently irrigate cash paying crops should be promoted because it is profitable as demonstrated by IDMDIS in this paper.

Keywords: Drip irrigation; Citrus fruit; Arid region.

1 Prof. of Civil Engg., Dept. NIT Patna, Patna-5, Email: lbroy@nitp.ac.in

2 Principal Scientist & I/C Head Division of Land and Water, Management, ICAR Research, Complex for Eastern Region, Patna-14, Email: aupadhyaya66@gmail.com

RESUME

L'irrigation par tuyaux perforés, une méthode d'irrigation sous pression, est largement pratiquée dans les pays développés en raison de son attribut unique d'appliquer de l'eau goutte à goutte à intervalles fréquents dans la zone racinaire de la plante. Cette méthode est promue dans les zones arides et semi-arides, en raison du problème majeur de rareté de l'eau. Le système d'irrigation goutte à goutte peut être situé à la surface du sol ou à l'intérieur du sol à une certaine profondeur.

Le système d'irrigation goutte-à-goutte est rentable dans les régions arides, où l'eau est rare et souvent de mauvaise qualité en termes de concentration du sel. Grâce au système d'irrigation goutte à goutte, l'eau saline de mauvaise qualité peut être appliquée en toute sécurité dans la zone racinaire des cultures, ce qui n'est pas possible dans d'autres méthodes d'irrigation. De même, dans le système d'irrigation goutte à goutte, les engrais peuvent également être appliqués avec de l'eau et le processus est appelé la fertirrigation. L'avantage de l'adoption du système d'irrigation goutte à goutte est l'amélioration quantitative et qualitative des fruits, des légumes et des fleurs, etc. avec une utilisation efficace de l'eau. La principale raison de cette amélioration est due aux conditions agréables de la zone racinaire et à l'absence de stress hydrique ou nutritif tout au long de la période de croissance de la culture.

Les études initiales relatives à l'application de l'eau d'irrigation montrent qu'en 1860, des chercheurs allemands ont commencé à réfléchir sur un système combiné d'irrigation et de drainage et ont utilisé des tuyaux en terre pour l'irrigation sous la surface. En 1920, ils ont introduit le tuyau perforé pour l'irrigation. En 1930, l'Australie a proposé d'irriguer les arbres grâce à un système de tuyaux en fer galvanisé ayant un diamètre de 5 cm disposés en ligne. Symcha Blass, un ingénieur israélien a appliqué l'idée de l'eau goutte à goutte en 1940, et a développé un système à basse pression et il l'a fait breveter. Cela a été très apprécié par Israël et en 1969, il a commencé à vendre des tuyaux d'irrigation goutte à goutte dans le monde. Plus tard, l'irrigation goutte à goutte a commencé à gagner en popularité aux États-Unis, en Europe, en Australie, au Mexique, en Afrique du Sud et dans d'autres parties du monde. En Inde, l'adoption du système d'irrigation goutte-à-goutte malheureusement faible, principalement en raison de propriétés foncières petites et fragmentées et de nombreuses autres contraintes.

Dans cet article, un modèle visant à faciliter la décision d'investissement pour l'adoption du système d'irrigation goutte à goutte (IDMDIS) a été présenté et la faisabilité économique de l'application du système d'irrigation goutte à goutte sur les cultures d'agrumes dans l'Etat de Bihar a été étudiée. Les résultats indiquent que l'adoption de l'irrigation goutte à goutte sur les cultures d'agrumes dans l'Etat de Bihar est rentable, où des aquifères d'eau souterraine peu profonde de bonne qualité sont présents. Le système d'irrigation goutte-à-goutte pour irriguer efficacement les cultures rémunératrices doit être encouragé car il est rentable, comme le démontre IDMDIS dans cet article.

Mots clés : Irrigation goutte à goutte; Agrumes; Région aride.

HUMAN FOOD NEEDS, PROBLEMS, SOLUTIONS

BESOINS ALIMENTAIRES DE L'HOMME, PROBLÈMES, SOLUTIONS

M. Zare Bahari[1]

ABSTRACT

According to estimates, to meet the nutritional needs of humanity by 2050, agricultural production should be doubled due to population growth and improved living standards. But an evaluation of this need shows that this dark reality must be examined from other angles as well, currently the problem of hunger is huge despite agricultural products in the world, also:

- Some parts of agricultural production is lost in the process of production and processing
- One third of agricultural production is for animal feed

So, there is a need for providing a solution for waste management and prevention of waste of agricultural production and directing production for animal feed to production for direct human consumption

On the other hand, twice the current agricultural production is required:

- More consumption in fossil fuels
- Consume more water, especially groundwater
- Consume more minerals
- Requires skilled and capable agricultural manpower, but over the last fifty years, agriculture has always faced increasing production costs for pesticides, chemical fertilizers, and new veterinary drugs. The mismatch between income and cost increases which has weakened the economic situation of farmers and taken them out of the agricultural production cycle, and only some of them, especially older and less specialized farmers have remained.

On the other hand, doubling agricultural production has following environmental consequences:

- massive soil erosion
- Chemical pollution of agricultural lands and soils
- Chemical pollution of groundwater and rivers and seas
- -Transfer of toxins and chemicals from agricultural products to the human body
- Destruction of aquifers by lowering of groundwater level and subsidence

Therefore, it turns out that agricultural production to twice from the current production processes is impossible and we must seek to solve the problem in a sustainable way. Sustainable agriculture is solution and sustainable agriculture indicators include:

- Cultivation of several crops against one crop and observing crop rotation,
- Use of natural fertilizers as an alternative to chemical fertilizers,
- Use of beneficial insects to control pests,

Seventy percent of the world's land is owned by smallholders, and a sustainable agricultural solution also needs the coordination amongst smallholders.

Keywords : Food; Human; Natural ecosystem; Agriculture.

1 mzb1348@gmail.com

RESUME

Selon les estimations, d'ici 2050 pour répondre aux besoins nutritionnels de l'humanité, la production agricole devrait être doublée en raison de la croissance démographique et de l'amélioration du niveau de vie. Mais une évaluation de ce besoin montre que cette sombre réalité doit également être étudiée sous d'autres angles. Actuellement, le problème de la faim est énorme malgré la disponibilité des produits agricoles dans le monde, car :

- Certaines parties de la production agricole sont perdues dans le processus de production et de transformation,
- Un tiers de la production agricole est destiné à l'alimentation animale.

Ainsi, il y a un besoin de fournir une solution pour la gestion des déchets et la prévention du gaspillage de la production agricole et d'orienter la production pour l'alimentation animale vers la production pour la consommation humaine directe.

D'autre part, il est nécessaire de doubler la production agricole actuelle:

- Plus de consommation en énergies fossiles,
- Consommation de plus d'eau, en particulier les eaux souterraines
- Consommation de plus de minéraux
- Besoin d'une main-d'œuvre agricole qualifiée et compétente. Mais au cours des cinquante dernières années, l'agriculture a toujours été confrontée à des coûts de production croissants pour les pesticides, les engrais chimiques et les nouveaux médicaments vétérinaires. L'inadéquation entre les revenus et les augmentations de coûts a faibli la situation économique des agriculteurs et les a sortis du cycle de production agricole. Seulement certains d'entre eux, en particulier les agriculteurs les plus âgés et les moins spécialisés, sont restés.

D'autre part, le doublement de la production agricole exerce des impacts environnementaux suivants :

- Erosion massive des sols,
- Pollution chimique des terres agricoles et des sols,
- Pollution chimique des eaux souterraines et des rivières et des mers,
- -Transfert de toxines et de produits chimiques des produits agricoles vers le corps humain,
- Destruction des aquifères par abaissement du niveau de la nappe phréatique et affaissement

Par conséquent, il s'avère que le doublement de la production agricole par rapport aux processus de production actuels est impossible et nous devons chercher à résoudre le problème de manière durable. L'agriculture durable est une solution et les indicateurs de l'agriculture durable comprennent :

- Production de plusieurs cultures contre une culture et observation de l'assolement,
- Utilisation d'engrais naturels comme alternative aux engrais chimiques,
- Utilisation d'insectes bénéfiques pour lutter contre les ravageurs.

Soixante-dix pour cent des terres du monde appartiennent aux petits exploitants, et une solution agricole durable nécessite également la coordination entre les petits exploitants.

Mots clés : Alimentation; Homme; Ecosystème naturel; Agriculture.

ENLARGEMENT OF THE AREA OF IRRIGATED LAND IN AZERBAIJAN: A CASE STUDY OF THE ALIJANCHAY RESERVOIR

AGRANDISSEMENT DE LA SUPERFICIE DES TERRES IRRIGUÉES EN AZERBAÏDJAN : ÉTUDE DE CAS DU RÉSERVOIR D'ALIJANCHAY

Imanov Farda[1], Nuriyev Anar[2]

ABSTRACT

The goal of the development strategy of the Republic of Azerbaijan is to minimize the country's dependence on oil and natural gas exports by developing a number of priority sectors of the economy. One of such priorities is the development of agriculture and that improving the food supply of the population. The total area of agricultural land in Azerbaijan is 4.2 million hectares (48.8% of the country's territory), of which 1.45 million hectares are arable lands. Arable lands are mainly in the plains, which are characterized by arid climatic conditions, and therefore the cultivation of crops is possible only through irrigation. At present, there is a potential to grow agricultural products on an additional 200,000 hectares, but this work is delayed due to the shortage of water resources. Azerbaijan is among the countries with limited water resources. Due to climate change, the country's water resources have decreased by 10-15%. According to local and international organizations, the negative impact of climate change on water resources will continue at least until the middle of the 21st century.

There are about 140 reservoirs in Azerbaijan and their total capacity is 22 billion m3. According to the National Action Plan for the Rational Use of Water Resources, 10 more reservoirs are planned to be built on local rivers in the coming years. One of these reservoirs will be built on the Alichanchay river.

With a total capacity of 108 million m3 and an active capacity of 100 million m3, the reservoir will improve the water supply of 5,000 hectares of land in the river basin. With the construction of this reservoir, it will be possible to grow agricultural products (walnuts, almonds and olives) on a additional 38,000 hectares. water-saving irrigation technologies will also be applied to these new lands.

The length of the Alijanchay River is 98 km, the catchment area of the basin is 1210 km2. The river has been well studied hydrologically and hydrological observations have been made on it in 4 stations in different years. The location of the reservoir dam coincides with the position of one of these station (Gayabashi). Observations at this observation station were made during1959-2013 and the station was closed in 2014. The amount of annual precipitation in the upper part of the river basin before the dam is 757 mm, and evaporation is 519 mm. The average discharge at Gayabashi station is 5.52 m3/s.

Hydrological observations of the Gayabashi of the Alijanchay were analyzed by genetic and statistical methods, and the required parameters of the reservoir to be built on the river were calculated. Quantities of annual, seasonal, monthly, maximum, minimum water discharge according to the average multi-year and various recurrences were assessed. The calculations also indicate that the flow of the Alijanchay will decrease in the future as a result of the impact of climate change. Sediment flow of a river have been determined. Special attention was paid to the calculation of the ecological flow requirements from the reservoir. Currently, there is no

1 Professor, Baku State University, Azerbaijan, email. farda_imanov@mail.ru
2 PhD candidate, Baku State University, Azerbaijan, anar_nuri@yahoo.com

normative document to assess the ecological flow of rivers in Azerbaijan, so ecological flow is determined by six hydrological and one holistic method. It was determined that the values of ecological flow calculated by various methods vary between 23.7-57.0 million m3 or 13.6-32.9% of the annual flow. The amount of ecological flow determined by the holistic method (27.7% of the annual flow) was proposed for the reservoir project.

Keywords: Alijanchay river; Water reservoirs; Irrigation; Water discharge; Annual flow; Suspended load; Bed load; Ecological flow; Climate change.

RESUME

La stratégie de développement de la République d'Azerbaïdjan a pour l'objectif de minimiser la dépendance du pays vis-à-vis des exportations de pétrole et de gaz naturel en développant un certain nombre de secteurs prioritaires de l'économie. L'une de ces priorités est le développement de l'agriculture et l'amélioration de l'approvisionnement alimentaire à la population. La superficie totale des terres agricoles en Azerbaïdjan est de 4,2 millions d'hectares (48,8% du territoire du pays), dont 1,45 million d'hectares sont des terres arables. Les terres arables se trouvent principalement dans les plaines, qui se caractérisent par des conditions climatiques arides, et par conséquent la cultivation des récoltes n'est possible que par l'irrigation. À l'heure actuelle, il existe un potentiel de produire des cultures sur une superficie supplémentaire de 200 000 hectares de terre, mais ces travaux sont retardés en raison de la pénurie de ressources en eau. L'Azerbaïdjan fait partie des pays dont les ressources en eau sont limitées. En raison du changement climatique, les ressources en eau du pays ont diminué de 10 à 15%. Selon les organisations locales et internationales, l'impact négatif du changement climatique sur les ressources en eau se poursuivra au moins jusqu'au milieu du 21e siècle.

Il existe environ 140 réservoirs en Azerbaïdjan ayant une capacité totale de 22 milliards de m3. Selon le Plan d'action national pour l'utilisation rationnelle des ressources en eau, 10 réservoirs supplémentaires devraient être construits sur les rivières locales dans les années à venir. L'un de ces réservoirs sera construit sur la rivière Alichanchay.

Avec une capacité totale de 108 millions de m3 et une capacité active de 100 millions de m3, le réservoir améliorera l'approvisionnement en eau de 5 000 hectares de terres du bassin fluvial. Avec la construction de ce réservoir, il sera possible de cultiver des produits agricoles (noix, amandes et olives) sur 38 000 hectares de terre supplémentaires. Il sera possible d'appliquer des technologies d'irrigation économes en eau à ces nouvelles terres.

La longueur de la rivière Alijanchay est de 98 km, le bassin versant du bassin est de 1210 km2. La rivière a été bien étudiée sur le plan hydrologique et des observations hydrologiques y ont été faites sur 4 stations au cours de différentes années. L'emplacement du barrage réservoir coïncide avec la position de l'une de ces stations (Gayabashi). Les observations à cette station d'observation ont été faites entre 1959 et 2013 et la station a été fermée en 2014. La quantité de précipitations annuelles dans la partie supérieure du bassin fluvial avant le barrage est de 757 mm et l'évaporation est de 519 mm. Le débit moyen à la station de Gayabashi est de 5,52 m3/s.

Les observations hydrologiques des Gayabashi de l'Alijanchay ont été analysées en utilisant des méthodes génétiques et statistiques, et les paramètres requis du réservoir à construire sur la rivière ont été calculés. Les quantités de rejet d'eau annuelles, saisonnières, mensuelles, maximales, minimales selon la moyenne pluriannuelle et diverses répétitions ont été évaluées. Les calculs indiquent également que le débit de l'Alijanchay diminuera à l'avenir

en raison de l'impact du changement climatique. L'écoulement des sédiments d'une rivière a été déterminé. Une attention particulière a été portée au calcul des besoins écologiques en débit du réservoir. Actuellement, il n'existe aucun document normatif pour évaluer le débit écologique des rivières en Azerbaïdjan, de sorte que le débit écologique est déterminé par six méthodes hydrologiques et une méthode holistique. Il a été déterminé que les valeurs du débit écologique calculées par diverses méthodes varient entre 23,7 et 57,0 millions de m3 ou 13,6 et 32,9% du débit annuel. La quantité de débit écologique déterminée par la méthode holistique (27,7% du débit annuel) a été proposée pour le projet de réservoir.

Mots-clés : Rivière Alijanchay; Réservoirs d'eau; Irrigation; Débit d'eau; Débit annuel; Charge en suspension; Charriage; Débit écologique; Changement climatique.

CROP MAPPING USING MULTI-TEMPORAL SENTINEL-2 AND SENTINEL-1 IMAGERY THROUGH GOOGLE EARTH ENGINE

CARTOGRAPHIE DES CULTURES À L'AIDE DE L'IMAGERIE SENTINEL-2 ET SENTINEL-1 MULTI-TEMPORALE PAR LE BIAIS DE GOOGLE EARTH ENGINE

Peyman Jafary[1], Domitille Vallee[2], Jiro Ariyama[3], Ali Shahnian[4]

ABSTRACT

In arid and semi-arid regions, an accurate and up-to-date crop map is required to facilitate water planning and prepare an irrigation schedule. In areas with heterogeneous and fragmented landscape and small farming units, accurate regional crop mapping is a challenging activity. Nowadays, with the massive cloud computing power and multi-date and multi-sensor satellite image inventories of the Google Earth Engine (GEE) platform, it is possible to map croplands with high accuracy over large areas through a cost and time effective process. This project5 with FAO supported by SIDA proposes a crop mapping methodology to be applied on large irrigation schemes using time series of high spatial resolution remote sensing data collected by Copernicus Sentinel-2 and Sentinel-1 satellites for preparation of seasonal crop maps in semi-arid regions. This methodology is based on combination of extensive field data and time series of optical Sentinel-2 images, different Vegetation Indices (VIs) and Synthetic Aperture Radar (SAR) Sentinel-1 data, and applying machine learning based classifiers such as Random Forest (RF) Support Vector Machine (SVM) in GEE for seasonal crop mapping. Accuracy assessment could also be done in GEE using ground truth data. Validation of application of the presented methodology in a sample area indicated an acceptable level of accuracy in crop mapping with remote sensing of medium resolution satellite images such as Sentinel-2 and Sentinel-1 using powerful tools and applications provided in GEE.

Keywords: Crop Water Consumption; Irrigation; Crop Mapping; Remote Sensing; Google Earth Engine.

RESUME

Dans les régions arides et semi-arides, une carte des cultures précise et à jour est nécessaire pour faciliter la planification de l'eau et préparer un programme d'irrigation. Dans les zones au paysage hétérogène et fragmenté et aux petites unités agricoles, la cartographie régionale précise des cultures est une activité difficile. De nos jours, grâce à la puissance massive du cloud computing et aux inventaires d'images satellites multi dates et multi capteurs de la plate-forme Google Earth Engine (GEE), il est possible de cartographier de vastes zones des terres cultivées avec une grande précision par le biais d'un processus efficace en termes de coût et de temps. Ce projet de FAO soutenu par la SIDA propose une méthodologie de cartographie des cultures à appliquer sur de grands périmètres irrigués en utilisant des séries chronologiques de données de télédétection spatiale à haute résolution collectées par

1 GIS and Remote Sensing Expert, Food and Agriculture Organization (FAO), peyman_jafary_90@yahoo.com

2 Chief Technical Advisor Project WEPS-NENA, Food and Agriculture Organization (FAO), Near East and North Africa Office, domitille.vallee@fao.org

3 Water Resources Management Expert, Food and Agriculture Organization (FAO), jiro.ariyama@fao.org

4 Project Operations Officer, Food and Agriculture Organization (FAO), ali.shahnian@fao.org

5 Project WEPS-NENA "implementing the 2030 agenda for efficiency, productivity and sustainability of water in the Near East and North Africa Region. https://www.fao.org/in-action/water-efficiency-nena/en/

les satellites Copernicus Sentinel-2 et Sentinel-1 pour la préparation de cartes de cultures saisonnières dans les régions semi-arides. Cette méthodologie se base sur la combinaison de données de terrain étendues et de séries chronologiques d'images optiques Sentinel-2, de différents Indices de végétation (VI) et de données Sentinel-1 de Radar à synthèse d'ouverture (SAR), et sur l'application de classificateurs intelligents basés sur l'apprentissage automatique tels que le forêt aléatoire (RF), les machines à vecteurs de support (SVM) dans GEE pour la cartographie des cultures saisonnières. L'évaluation de la précision pourrait également être effectuée dans GEE en utilisant des données de vérification au sol. La validation de l'application de la méthodologie présentée dans une zone échantillon a indiqué un niveau de précision acceptable dans la cartographie des cultures avec la télédétection d'images satellites à résolution moyenne telles que Sentinel-2 et Sentinel-1 à l'aide d'outils et d'applications puissants fournis dans GEE.

Mots clés : Consommation d'eau des cultures; Irrigation; Cartographie des cultures; Télédétection; Google Earth Engine.

WATER ALLOCATION PRACTICES AMONG MULTIPLE USERS' IN SRI LANKA

PRATIQUES D'ALLOCATION DE L'EAU ENTRE PLUSIEURS UTILISATEURS AU SRI LANKA

Badra Kamaladasa[1]

ABSTRACT

Sri Lanka has achieved self-sufficiency of its staple food, rice, due to consistence policy adopted by all the successive governments, in developing water resources primarily for the purpose of irrigation. The currently focused has shifted to provide safe drinking water and water for sanitation to cover all the citizens, while fulfilling the increasing industrial and agricultural requirement as well. Meeting this is a challenge as most of the technically and socially feasible water storage reservoirs have been already built and is being used fully in the dry zone of the country. Extraction from the rivers is also limited due to the presence and pressure of riparian users. Sharing the already developed irrigation infrastructure with the new users is the only solution in fulfilling the expanding demand specially that of the potable water. In other words, it has become necessary to convert single purpose reservoirs to multi-purpose reservoirs.

Water allocation for new users from a source already dedicated to a single purpose such as irrigation is a complex process. It requires changes in the pattern of usage that create water savings. Without sufficient incentives whether such an addition effort would be undertaken by the current users is an open question. As they enjoy riparian they are not bound to make this effort. Rapid degradation of water quality, uncertainty of water availability due to climate change, pressing need to cater for non-consumptive uses such as water for recreation, scenic beauty and environment are the other factors that need to be considered when allocating the scarce water resources.

Consent of the current users is a must for success of any such conversion. Attempts in the past to convert projects have been met with objections. Protests by the users have obstructed the constructions and created sensitive social and political issues. In such crisis situations, development agencies need to play an active role as facilitators to bring all the concerned parties into a reconciliation path. In Sr Lanka, there are many case studies that one could be used to understand the political, legal, social and institutional issues associated with such water transfers.

The objective of this paper is to review the stakeholder concerns in water reallocations, challenges faced by the developing agencies, existing legal provisions and the institutional interventions that are made to reconcile issues. Two case studies described highlights the background that led to reallocation of water, conflicts arose and how a final solution is reached. In the two cases, original purpose of the reservoirs has been irrigation. Demand for potable water has been increasingly felt by the government with the increase in population and rapid urbanization in the surrounding areas. This had led the government to reallocate water. In the two case studies it was found that the main concern of those opposed to the changes was not keeping them informed of the development until the last moment. Getting the involvement of the current users from the very beginning and keeping them informed was found to be a vital requirement. Once they are made aware about the project objectives through a proper consultation process many issues could be sorted out.

1 Freelance consultant, Former Director General of Irrigation, Country,:Sri Lanka email. bkamaladasa@gmail.com

Potable water sector has been accepted as the priority over the other uses in a crisis situation, according to the new policy of the government. However, the policy is yet to be converted to legislations, strategies and work plans in the respective decision making organizations. Hence proper water sharing and management mechanisms have to be developed with transparency and impartiality by bringing all the water users together. Institutions managing water in sectoral wise cannot manage the crisis situation any longer by working in their silos. There is a need to work out national and regional strategies to resolve the issues specially in developing the limited water resources and usage of same in harmony.

Keywords: Water sharing, social acceptance, policy reforms, water supply in Sri Lanka, conflict among users

RÉSUMÉ

Le Sri Lanka a atteint l'autosuffisance de son aliment de base, le riz, grâce à la politique de cohérence adoptée par tous les gouvernements successifs, dans le développement des ressources en eau principalement à des fins d'irrigation. L'objectif actuel s'est déplacé pour fournir de l'eau potable et de l'eau pour l'assainissement à tous les citoyens, tout en répondant également aux besoins industriels et agricoles croissants. Relever cela est un défi car la plupart des réservoirs de stockage d'eau techniquement et socialement réalisables ont déjà été construits et sont pleinement utilisés dans la zone sèche du pays. Le prélèvement dans les rivières est également limité en raison de la présence et de la pression des usagers riverains. Partager l'infrastructure d'irrigation déjà développée avec les nouveaux utilisateurs est la seule solution pour répondre à la demande croissante, en particulier celle de l'eau potable. En d'autres termes, il est devenu nécessaire de convertir des réservoirs à usage unique en réservoirs à usages multiples.

L'allocation d'eau pour de nouveaux utilisateurs à partir d'une source déjà dédiée à un seul objectif tel que l'irrigation est un processus complexe. Cela nécessite des changements dans le mode d'utilisation qui créent des économies d'eau. Sans incitations suffisantes, la question de savoir si un tel effort supplémentaire serait entrepris par les utilisateurs actuels est une question ouverte. Comme ils aiment les riverains ils ne sont pas tenus de faire cet effort. La dégradation rapide de la qualité de l'eau, l'incertitude de la disponibilité de l'eau en raison du changement climatique, le besoin pressant de répondre aux utilisations non consommatrices telles que l'eau pour les loisirs, la beauté des paysages et l'environnement sont les autres facteurs qui doivent être pris en compte lors de l'allocation des ressources en eau rares.

Le consentement des utilisateurs actuels est indispensable pour réussir une telle conversion. Les tentatives faites par le passé pour convertir des projets se sont heurtées à des objections. Les protestations des usagers ont bloqué les constructions et créé des problèmes sociaux et politiques sensibles. Dans de telles situations de crise, les agences de développement doivent jouer un rôle actif en tant que facilitateurs pour amener toutes les parties concernées sur une voie de réconciliation. Au Sri Lanka, il existe de nombreuses études de cas qui pourraient être utilisées pour comprendre les problèmes politiques, juridiques, sociaux et institutionnels associés à ces transferts d'eau. L'objectif de ce document est d'examiner les préoccupations des parties prenantes dans les réallocations d'eau, les défis auxquels sont confrontées les agences de développement, les dispositions juridiques existantes et les interventions institutionnelles qui sont faites pour concilier les problèmes. Deux études de cas décrites mettent en évidence le contexte qui a conduit à la réallocation de l'eau, les conflits sont apparus et comment une solution finale est atteinte. Dans les deux cas, l'objectif initial des réservoirs était l'irrigation. La demande en eau potable a été de plus en plus ressentie

par le gouvernement avec l'augmentation de la population et l'urbanisation rapide dans les zones environnantes.

Cela avait conduit le gouvernement à réaffecter l'eau. Dans les deux études de cas, il a été constaté que la principale préoccupation des opposants aux changements était de ne pas les tenir informés de l'évolution jusqu'au dernier moment. Obtenir l'implication des utilisateurs actuels dès le début et les tenir informés s'est avéré être une exigence vitale. Une fois qu'ils sont informés des objectifs du projet grâce à un processus de consultation approprié, de nombreux problèmes peuvent être réglés.

Le secteur de l'eau potable a été accepté comme prioritaire par rapport aux autres usages en situation de crise, selon la nouvelle politique du gouvernement. Cependant, la politique n'a pas encore été convertie en législations, stratégies et plans de travail dans les organisations décisionnelles respectives. C'est pourquoi des mécanismes appropriés de partage et de gestion de l'eau doivent être développés dans la transparence et l'impartialité en rassemblant tous les usagers de l'eau. Les institutions gérant l'eau de manière sectorielle ne peuvent plus gérer la situation de crise en travaillant dans leurs silos. Il est nécessaire d'élaborer des stratégies nationales et régionales pour résoudre les problèmes, en particulier dans le développement des ressources en eau limitées et leur utilisation en harmonie.

Mots-clés : Partage de l'eau, acceptation sociale, réformes politiques, approvisionnement en eau au Sri Lanka, conflit entre les utilisateurs

CROP COEFFICIENT DEVELOPMENT FOR DRY BEAN IN SASKATCHEWAN

ÉTABLISSEMENT D'UN COEFFICIENT CULTURAL POUR LES HARICOTS SECS EN SASKATCHEWAN

Tanko, Hakibu[1], Tomasiewicz, Dale[2], Harms, Ted[3], Svendsen, Erl[4], Helgason, Warren[5], Tollefson, Laurie[6] and Derdall, Evan[7]

ABSTRACT

Dry bean (Phaseolus vulgaris L) is an important irrigated pulse crop in Saskatchewan (SK), Canada. Dry bean yield and quality are affected negatively by drought; however, the crop responds well to irrigation. The most critical growth stages when moisture stress impacts the yield are flowering and pod filling. Efficient and effective irrigation planning, design, and management for dry bean require accurate estimation of crop water use, i.e. crop evapo-transpiration (ETc). Crop evapo-transpiration can be estimated by ETc = Kc x ETo or ETr, where Kc is the crop coefficient, ETo the grass-reference evapo-transpiration, and ETr the alfalfa-reference evapo-transpiration. ETo and ETr are calculated using data from meteorological stations, but Kc is empirically developed. Studies have shown each crop's Kc values should be developed locally for better crop evapo-transpiration estimation since Kc depends on local climatic conditions, soil properties, and the particular crop and variety/ crop type among other factors. Using Kc values developed elsewhere for crop evapo-transpiration estimation may result in excess or deficit water application. Although Saskatchewan producers have grown dry bean for decades, local Kc values have not been developed. Consequently, Kc values developed elsewhere are used to estimate dry bean crop water use and to schedule irrigation. This may cause higher water use or deficit that can result in reduced yield, quality and water use efficiency. A three-year study began in 2018 with the focus to develop local Kc for dry beans in Saskatchewan to improve yield, quality, and water use efficiency in the era of climate change. Results from the first and second year of the studies are reported here; the planned 2020 study was postponed to 2021 due to COVID-19 restrictions. Data were collected using a Bowen Ratio Energy Balance System (BREBS) from pinto dry bean fields of private farmers near Outlook and Riverhurst, SK in 2018 and 2019, respectively. The FAO56 Penman-Montieth equation was used to calculate ETo using data collected from the Environment and Climate Change Canada (ECCC) meteorological station at Outlook SK. Seasonal evapo-transpiration of 320 and 313 mm were determined for the 2018 and 2019 growing seasons, respectively. Daily evapo-transpiration ranged from 1.29-7.87 mm in 2018, and from 0.57-8.26 mm in 2019, with mean values of 3.90 and 3.37 mm per day for 2018 and 2019, respectively. The grass-reference crop coefficient (Kco) values developed in the first two years of the studies ranged from 0.14-1.58. The two-year average Kco values obtained for the initial, development, mid- and late-season stages were 0.50, 0.76, 1.19 and 0.69, respectively. A fourth-order polynomial equation was developed in terms of cumulative growing degree days (CGDD) for estimating Kco values. The final results of the complete three-year study will provide Saskatchewan with local Kc values for better crop evapo-transpiration estimation to improve irrigation water management.

1 Irrigation and Drainage Engineer, Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), Canada, hakibu.tanko@agr.gc.ca
2 Irrigation Agronomist, AAFC (Retired), Canada, dale.tomasiewicz@myaccess.ca
3 Provincial Irrigation Specialist, Alberta Agriculture (Retired), Canada, ted.harms53@gmail.com
4 Policy Advisor, AAFC, Canada, erl.svendsen@agr.gc.ca
5 Associate Professor, Civil, Geological, and Environmental Engineering, University of Saskatchewan, Canada, warren.helgason@usask.ca
6 Vice President, Honoraire ICID, Canada, laurie.tollefson@agr.gc.ca
7 Irrigation and Drainage Engineer, AAFC, Canada, evan.derdall@agr.gc.ca

Keywords : Crop Coefficient; Dry Bean; Bowen Ratio; Evapotranspiration.

RÉSUMÉ

Le haricot sec (Phaseolus vulgaris L.) est une importante culture irriguée en Saskatchewan (Sask.), Canada. Le rendement et la qualité de ces légumineuses sont impactés par la sécheresse, mais la culture répond bien à l'irrigation. Les stades de développement les plus critiques où un stress hydrique risque de réduire le rendement sont la floraison et le remplissage des gousses. Pour que la programmation, la conception et la gestion de l'irrigation soient efficientes, il faut estimer précisément l'utilisation de l'eau par la culture, c.àd. l'évapotranspiration culturale (ETc). On peut estimer l'évapotranspiration culturale avec la formule ETc = Kc x ETo ou ETr, où Kc est le coefficient cultural, ETo l'évapotranspiration de graminées de référence et ETr l'évapotranspiration de luzerne de référence. ETo et ETr sont calculées à partir de données de stations météorologiques, mais la variable Kc est établie à partir de données empiriques. Des études ont démontré qu'il faudrait établir des valeurs locales de Kc pour chaque culture afin de mieux estimer l'évapotranspiration culturale, car cette variable dépend de nombreux facteurs, dont les conditions climatiques locales, les propriétés du sol, le type de culture et la variété employée. L'utilisation de valeurs de Kc établies à partir de données collectées ailleurs pour l'estimation de l'évapotranspiration culturale peut se traduire par des apports d'eau excessifs ou insuffisants. Bien que les producteurs de la Saskatchewan cultivent le haricot sec depuis des décennies, aucune valeur locale de Kc n'a encore été établie. Les valeurs de Kc utilisées pour l'estimation de l'utilisation de l'eau et pour la programmation de l'irrigation des cultures de haricots secs sont donc des valeurs qui ont été établies ailleurs. L'utilisation de telles valeurs peut occasionner, soit du ruissellement, soit des déficits hydriques, et ceux-ci sont susceptibles de réduire le rendement, la qualité et l'efficience de l'utilisation de l'eau. Une étude triennale démarrée en 2018 vise à établir une valeur locale de Kc pour les haricots secs cultivés en Saskatchewan afin d'améliorer le rendement, la qualité et l'efficience de l'utilisation de l'eau, en cette ère de changement climatique. Les résultats obtenus au cours de la première et de la deuxième année de l'étude sont rapportés ici, mais les travaux qui étaient prévus en 2020 ont été reportés en 2021 en raison des restrictions sanitaires liées à la pandémie de COVID19. Au moyen d'un système de bilan énergétique fondé sur la méthode du rapport de Bowen (BREBS), des données ont été collectées dans des champs privés de haricots secs Pinto situés près d'Outlook et de Riverhurst (Sask.) en 2018 et 2019, respectivement. L'ETo a été calculée avec les données de la station météorologique d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) à Outlook (Sask.) à l'aide de l'équation de Penman-Montieth fournie par la FAO. L'évapotranspiration saisonnière estimée pour les saisons de croissance 2018 et 2019 a été de 320 et de 313 mm, respectivement. L'évapotranspiration journalière variait entre 1,29 et 7,87 mm en 2018 et entre 0,57 et 8,26 mm en 2019, pour des valeurs journalières moyennes de 3,90 et 3,37 mm, respectivement. Les valeurs du coefficient cultural (Kco) pour les graminées de référence qui ont été établies au cours des deux premières années de l'étude variaient entre 0,14 et 1,58. Les valeurs moyennes du Kco établies sur deux ans pour les différentes étapes de la culture du haricot sec sont de 0,50, de 0,76, de 1,19 et de 0,69 pour le début de la saison, la croissance de la culture, la misaison et la fin de saison, respectivement. Une équation polynomiale de quatrième degré exprimée en degrés-jours de croissance cumulatifs (DJCC) a été formulée pour estimer les valeurs de Kco. Au terme de l'étude triennale, les producteurs de la Saskatchewan disposeront de valeurs locales de Kc pour pouvoir mieux estimer l'évapotranspiration de leurs cultures et mieux gérer les apports d'eau par irrigation.

Mots-clés : Coefficient cultural; Haricot sec; Rapport de Bowen; Évapotranspiration.

SPECIAL SESSION:

Developing the Future Tools for Managing Uncertainty in Irrigation Water Supply

Developper Les Outils Futurs Pour Gerer L'incertitude Dans L'approvisionnement En Eau D'irrigation

Chair and Co-Chair / Président et Co-Président

Eddie Parr (IACID) – Chair

Geoff Harvey (IACID) – Co-Chair

Michael Scobie (IACID) – Coordinator

Isaac ..... (IACID) – Coordinator

B.A. Chivat, Director (Technical) – ICID Central Office

Special Session 1: Institutional Arrangements / Dispositions institutionnelles

Special Session 2: System Modelling / Modélisation du système

Special Session 3: Crop Agronomic and Social Adaptation / Adaptation agronomique et sociale des cultures

SPECIAL SESSION THEME:
DEVELOPING THE FUTURE TOOLS FOR MANAGING UNCERTAINTY IN IRRIGATION WATER SUPPLY

Current projections around the impacts of climate change and climate variability, reinforced by ongoing experience are clear indicators that variability in rainfall, runoff, water availability and changes in the frequency of extreme weather events shall be key factors in the management of established catchments and the development of any future expansion.

Variability and the related uncertainty in availability, access to and pricing of water resources adds considerably to the risk associated with national and regional development. This further exacerbates concerns for food security and elevates pressures on healthy, viable ecosystems and services that they provide. Inevitably, increased costs and risks in the financing and socio-political commitment to maintenance of irrigation water supply systems and their further development then arise. This may then have impacts on crop mix away from staple food crops to higher return crops as farmers seek to remain viable in this high cost scenario.

Conflicting demands for water to ensure reliable supply of affordable high quality food, maintain threatened ecosystems, meet the needs of secondary industry and to satisfy the demands of increasingly urbanised populations seeking urban amenity shall require much thoughtful analysis and planning to inform and support appropriate policy and effective strategy. Likewise, this shall require the development of community education, engagement and public communications to secure broad-based support for and belief in actions which are seen to be fair, equitable and effective.

Effective future policy, regulation and practice in the development, allocation and management of water for environment, industry, human needs, urban and amenity purposes shall require deep understanding of all options, to mitigate variability in supply and quality of water supplies. This may entail the integrated use of fresh, saline and degraded resources, with the considerable complexity arising from the challenges of variability in volumes and quality of those sources, energy inputs, scale and end-user requirements.

Prior experience, ongoing R&D efforts and evolving practices should afford a sound base for addressing these future challenges and to establish strategic initiatives intended to deliver tools and approaches to the management of uncertainty in irrigation water supply.

This “Special Session” presents an opportunity to broadly evolve a future approach to the very fundamental challenges at the base of all water and irrigation-dependent systems. No matter what the geography, all presenters and participants in this session should gain enormous benefit from the presentation of the diverse experiences, research and development activity, policy and regulatory approaches underpinning future adaptation and mitigation of variability in irrigation water supply.

Given above, experts/professionals are invited to submit their abstracts/papers on the following sub-topics:

1. Institutional arrangements; both standard, precautionary and emergency arrangements for allocation and pricing for water: These may include policy and regulatory arrangements for a range of water availability/security situations and emerging scenarios involving predicted or projected weather patterns, anticipated runoff, reservoir status and groundwater reserves etc.
2. System modelling, scenario planning, prediction, contingency planning for interrupted and variable supply and delivery: Presentations of such modelling should demonstrate the realistic scoping of a range of prospective scenarios (ranging from extreme wet

to extreme dry), stress-test alternative management strategies to mitigate risk and manage adverse impacts to sustainability of systems and their dependent communities or businesses, and rank priority responses which can be costed in fiscal, social and environmental terms

3. Crop agronomic and social adaptation; crop choice as per irrigation, “Supplementary” vs “full” irrigation, Economic analysis of perennial orchards and plantations as per informed decisions, and marketing, financing, staffing implications: Adaptation shall inevitably entail engagement with stakeholders across multiple fronts as catchment communities contemplate the prospects of refurbishing, replacing, relocating or even the retiring/exiting from systems and businesses. Papers are invited which demonstrate models, tools and case studies of regional and broader community consultations and engagement on irrigation water access, allocation and sustainable returns

THEME DE LA SESSION SPECIAL: DEVELOPPER LES OUTILS FUTURS POUR GERER L'INCERTITUDE DANS L'APPROVISIONNEMENT EN EAU D'IRRIGATION

Les projections actuelles concernant les impacts du changement et de la variabilité climatiques, renforcées par l'expérience actuelle, indiquent clairement que la variabilité des précipitations, du ruissellement, de la disponibilité de l'eau et les changements dans la fréquence des événements météorologiques extrêmes seront des facteurs clés dans la gestion des bassins versants établis et le développement de toute expansion future.

La variabilité et l'incertitude qui en découle quant à la disponibilité, l'accès et la tarification des ressources en eau ajoutent considérablement au risque associé au développement national et régional. Cela exacerbe les préoccupations en matière de sécurité alimentaire et augmente les pressions sur les écosystèmes sains et viables et les services qu'ils fournissent. Inévitablement, on assiste à une augmentation des coûts et des risques liés au financement et à l'engagement sociopolitique en faveur de l'entretien des systèmes d'approvisionnement en eau d'irrigation et de leur développement futur. Cela peut avoir un impact sur le choix des cultures, qui s'éloignent des cultures vivrières de base pour se tourner vers des cultures à plus haut rendement, les agriculteurs cherchant à rester viables dans ce scénario de coûts élevés.

Les demandes contradictoires en eau pour assurer un approvisionnement fiable en aliments de haute qualité à un prix abordable, pour préserver les écosystèmes menacés, pour répondre aux besoins de l'industrie secondaire et pour satisfaire les demandes des populations de plus en plus urbanisées à la recherche de commodités urbaines nécessiteront une analyse et une planification approfondies pour informer et soutenir une politique appropriée et une stratégie efficace. De même, cela nécessitera le développement de l'éducation, de l'engagement et de la communication publique au sein de la communauté afin d'obtenir un soutien à base élargie et la conviction d'actions considérées comme justes, équitables et efficaces.

Une politique, un règlement et une pratique futures efficaces en matière de développement, d'allocation et de gestion de l'eau en ce qui concerne l'environnement, l'industrie, les besoins humains, les besoins urbains et d'aménagement nécessiteront une compréhension approfondie de toutes les options, afin d'atténuer la variabilité de l'approvisionnement en eau et de sa qualité. Cela peut impliquer l'utilisation intégrée des ressources douces, salines et dégradées, avec la complexité considérable découlant des défis de la variabilité des volumes et de la qualité de ces sources, des contributions énergétiques, de l'échelle et des exigences des utilisateurs finaux.

L'expérience acquise, les efforts de R&D en cours et l'évolution des pratiques devraient fournir une base solide pour relever ces défis futurs et pour établir des initiatives stratégiques destinées à fournir des outils et des approches pour la gestion de l'incertitude dans l'approvisionnement en eau d'irrigation.

Cette "session spéciale" offre l'opportunité de développer une approche future des défis fondamentaux à relever à la base de tous les systèmes d'eau et d'irrigation. Quelle que soit la géographie, tous les présentateurs et les participants à cette session devraient tirer d'énormes bénéfices de la présentation des diverses expériences, des activités de recherche et de développement, des approches politiques et réglementaires qui renforcent l'adaptation future et l'atténuation de la variabilité de l'approvisionnement en eau d'irrigation.

Compte tenu de ce qui précède, les experts/professionnels sont invités à soumettre leurs résumés/articles sur les sous-thèmes suivants :

1. Dispositions institutionnelles; dispositions normale préventives et d'urgence pour l'allocation et la tarification de l'eau : Il peut s'agir de dispositions politiques et réglementaires pour une série de situations de disponibilité/sécurité de l'eau et de scénarios émergents impliquant des modèles météorologiques prévus ou projetés, des écoulements anticipés, l'état des réservoirs et des réserves d'eau souterraine, etc.
2. Modélisation du système, planification de scénarios, prédiction, planification d'urgence pour l'approvisionnement et la livraison interrompus et variables : Les présentations de ce type de modélisation doivent démontrer l'étendue réaliste d'une gamme de scénarios éventuels (allant de l'humidité extrême à la sécheresse extrême), tester les stratégies de gestion alternatives pour atténuer les risques et gérer les impacts négatifs sur la durabilité des systèmes et des communautés ou entreprises qui en dépendent, et classer les réponses prioritaires qui peuvent être chiffrées en termes fiscaux, sociaux et environnementaux.
3. Adaptation agronomique et sociale des cultures; choix des cultures selon l'irrigation « supplémentaire », ou « complète », analyse économique des vergers et plantations pérennes en fonction de décisions éclairées, et implications en termes de marketing, de financement et de personnel : L'adaptation impliquera inévitablement un engagement avec les parties prenantes sur de multiples fronts, alors que les communautés du bassin versant envisagent les perspectives de remise à neuf, de remplacement, de relocalisation ou même de retrait/sortie des systèmes et des entreprises. Les auteurs sont invités à présenter des modèles, des outils et des études de cas de consultations et d'engagement des communautés régionales plus larges sur l'accès à l'eau d'irrigation, son allocation et les rendements durables.

Abstracts of Papers received in Response to

Special Session: **Developing the Future Tools for Managing Uncertainty in Irrigation Water Supply /** Developper Les Outils Futurs Pour Gerer L'incertitude Dans L'approvisionnement En Eau D'irrigation

Special Session 1: **Institutional Arrangements /** Dispositions institutionnelles

INDEX OF ABSTRACT

		Page No.
SS.R.1.01	**An Advanced Tool to Determine Agriculture Groundwater Usage for Irrigation to Greenhouse Facilities** Un outil avancé pour déterminer l'utilisation des eaux souterraines agricoles pour l'irrigation des serres *Chan-Duck Jeong, Sung-Ho Song, Sang-Gee Seo, Byung Sun Lee, and Gyu Sang Lee (South Korea)*	249
SS.R.I.02	**Comparative Performance of Public and Civil Canal Irrigation Systems of Peshawar Valley** Performance Comparative Des Systèmes D'irrigation Publics Et Civils De La Vallee De Peshawar *Dr Rabnawaz and Prof: Dr. Muhammad Jamal Khan (Pakistan)*	251
SS.R.1.03	**Search of Trade-Off Solutions at the Water Resources Management in the Interests of the Kuban River Basin Irrigation Systems** Recherche De Solutions Compromis Au Niveau De La Gestion Des Ressources En Eau Dans L'interet Des Systemes D'irrigation Du Bassin Rivier Kouban *Buber Alexander, Bondarik Irina, and Ratkovich Evgeniy (Russia)*	253
SS.R.1.04	**Institutional and Regulatory Arrangement for Bulk Water Tariff System in Maharashtra State, India** Dispositions Institutionnelles Et Réglementaires Pour Le Système De Tarif De L'eau En Gros Dans L'état De Maharashtra, En Inde *Dr. Shivaji T. Sangle (India)*	254
SS.R.1.05	**Adoption of Future Tools to Manage Water Supply Uncertainty in Australia's Murray-Darling Basin** Adoption D'outils Futurs Pour Gérer L'incertitude D'approvisionnement En Eau Dans Le Bassin Murray-Darling En Australie *Damien Pearson, Global Business Development Manager, and Rubicon Water (Australia)*	256

SS.R.1.06 **Monitoring Spatio-Temporal Variability in Percolation Using Non-Weighing Percolation Lysimeters** **258**
Suivi De La Variabilité Spatio-Temporelle De La Percolation À L'aide De Lysimetres À Percolation Non Pesant
Birendra KC, Bart Schultz, Vishnu Prasad Pandey, Bamdev Paudel, Magdy Mohssen, Henry Wai Chau, and Patricia Anthony (New Zealand)

SS.R.1.07 **Agricultural Water Management Strategies in the New Basin Plan According to Integrated Water Management in Korea** **260**
Stratégies De Gestion De L'eau Agricole Dans Le Nouveau Plan De Bassin Selon La Gestion Intégrée De L'eau En Corée
Kwangsik Yoon (South Korea)

SS.R.1.08 **A Readiness Assessment of Indonesian Pilot Project Modernization - Case Study Kedungputri, a Premium Irrigation Area, Central Java** **261**
Évaluation Des Préparatifs De La Modernisation Du Projet Pilotes En Indonésie - Étude De Cas : Kedungputri, Zone D'irrigation Importante, Java Central
Vicky Ariyanti, Corri Eriza, and Kuji Murtiningrum (Indonesia)

SS.R.1.09 **Planning for the Future of Nepal's Food Security through Irrigation** **263**
Planifier L'avenir De La Sécurité Alimentaire Du Népal Grâce À L'irrigation
Suman Sijapati, Laxman Sharma, Birendra KC, Majeed Safa, Vishnu Prasad Pandey and Bart Schultz (Nepal)

SS.R.1.10 **Uncertainty Analysis of Actual Evapotranspiration Estimations Using Satellite Data and Climate Databeses** **265**
Analyse De L'incertitude Des Estimations De L'évapotranspiration Réelle À L'aide De Données Satellitaires Et De Bases De Données Climatiques
Nozar Ghahreman, Abuzar Gharehkhani, and Parviz Irannejad (Iran)

AN ADVANCED TOOL TO DETERMINE AGRICULTURE GROUNDWATER USAGE FOR IRRIGATION TO GREENHOUSE FACILITIES

UN OUTIL AVANCÉ POUR DÉTERMINER L'UTILISATION DES EAUX SOUTERRAINES AGRICOLES POUR L'IRRIGATION DES SERRES

Chan-Duck Jeong[1]*, Sung-Ho Song[2], Sang-Gee Seo[3],
Byung Sun Lee[4], and Gyu Sang Lee[5]

ABSTRACT

With the development of agricultural technology, it is possible to cultivate crops in winter at the greenhouse facility cultivation complex, and as the crop cultivation period has increased, the use of groundwater has increased. When calculating the amount of groundwater used, the utilization period should be increased according to the cultivation period. As a result, the groundwater use calculated by the conventional method is applied to the annual use period of 270 days for the whole action and 180 days for the answer action, so the value less than the actual groundwater use for the year is inevitably calculated. Therefore, it is necessary to estimate the irrigation water demand for each crop in consideration of the cultivation period when the groundwater use is calculated in the facility cultivation complex that grows the four-season crops. The purpose of this study was to calculate monthly cultivation crops and cultivation periods through Gwang-ju Meteorological Agency's climate data in Korea, land cover map, field survey, and residents' survey to estimate the irrigation water demand by crops in the area around Yeongsan River where facility cultivation complex is concentrated. Based on the results of the calculation of crop evaporation (irrigation water demand) using the crop coefficients presented by the Rural Development Administration and FAO, it was analysed that irrigation water used is 2,114×1000 m^3/year for rice, 3,353×1,000 m^3/year for field crops, and 6,649×1,000 m^3/year for water dropwort. As a result, water dropwort uses irrigation water twice more than field crops. In addition, except for rice, which mainly uses surface water, the difference in usage amount occurred more than twice as compared to the groundwater use calculated by the existing groundwater use method. Therefore, if the facility cultivation complex that grows four seasons of crops water demand calculation method is applied to the irrigation water required by the crops rather than the conventional groundwater usage calculation method, it will not only calculate the exact amount of water but also establish proper water supply measures and facility maintenance.

Keywords : Groundwater usage, Irrigation; Greenhouse facilities.

RESUME

Avec le développement de la technologie agricole, il est possible de produire des cultures en hiver dans le complexe de culture en serres, et à mesure que la période de culture a augmenté, l'utilisation des eaux souterraines a augmenté. Lors du calcul de la quantité d'eau souterraine utilisée, la période d'utilisation doit être augmentée en fonction de la période de culture. En conséquence, l'utilisation des eaux souterraines calculée par la méthode conventionnelle est appliquée à la période d'utilisation annuelle de 270 jours pour l'ensemble de l'action et de 180 jours pour l'action de réponse, de sorte que la valeur inférieure à l'utilisation réelle des

1 Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation (KRC)
2 Jeju Regional Headquarter, Korea Rural Community Corporation (KRC)
3 *Corresponding author: duckiangel@ekr.or.kr

eaux souterraines pour l'année est inévitablement calculée. Par conséquent, il est nécessaire d'estimer la demande en eau d'irrigation pour chaque culture en tenant compte de la période de culture lorsque l'utilisation des eaux souterraines est calculée dans le complexe de culture de l'installation qui produit les cultures de quatre saisons. Cette étude a pour l'objectif de calculer les cultures mensuelles et les périodes de culture à l'aide des données climatiques de l'Agence météorologique de Gwang-ju en Corée, de la carte de la couverture terrestre, de l'enquête sur le terrain et de l'enquête auprès des résidents pour estimer la demande en eau d'irrigation par les cultures dans la zone autour de la rivière Yeongsan où se concentre le complexe de culture de l›installation. Sur la base des résultats obtenus du calcul de l›évaporation culturelle (demande en eau d'irrigation) à l'aide des coefficients de culture présentés par l'Administration du développement rural et la FAO, il a été analysé que l'eau d'irrigation utilisée est de 2 114×1 000 m^3/an pour le riz, 3 353×1 000 m^3/an pour les grandes cultures et 6 649×1 000 m^3/an pour l'œnanthe. De ce fait, l'œnanthe utilise deux fois plus d'eau d'irrigation que les grandes cultures. En outre, à l'exception du riz, qui utilise principalement les eaux de surface, la différence de quantité d'utilisation s'est produite plus de deux fois par rapport à l'utilisation des eaux souterraines calculée par la méthode d'utilisation des eaux souterraines existante. Par conséquent, si la méthode de calcul de la demande en eau d'un complexe de culture d'installations qui produit quatre saisons de cultures est appliquée à l'eau d'irrigation requise par les cultures plutôt qu'à la méthode conventionnelle de calcul de l'utilisation des eaux souterraines, elle calculera non seulement la quantité exacte d'eau, mais établira également les mesures d'approvisionnement en eau et l'entretien des installations.

Mots clés : Utilisation des eaux souterraines; Irrigation; Installations de serre.

COMPARATIVE PERFORMANCE OF PUBLIC AND CIVIL CANAL IRRIGATION SYSTEMS OF PESHAWAR VALLEY

PERFORMANCE COMPARATIVE DES SYSTEMES D'IRRIGATION PUBLICS ET CIVILS DE LA VALLEE DE PESHAWAR

Dr Rabnawaz[1*] and Prof: Dr. Muhammad Jamal Khan[2]

ABSTRACT

Pakistan is becoming a water scarce country with declining per capita water availability (<1000 m^3), whereas its demand for domestic, industrial and environment is rapidly increasing resulting in to stress on water supply to land contributing more than 90% of the agricultural production. The present study was conducted to compare the performance of Public (Kabul River Canal) and Civil (Joe Sheikh Canal) canal irrigation systems in KP province of Pakistan. Performance of two systems was assessed using productivity, water supply, sustainability, environment and institutional/management indicators.

Performance of two systems indicators applied was found different. The civil canal system performed better in all the sub indicators as far as productivity and institutional/management indicators are concerned. However, environmental indicators were found better in public canal system due to better regulatory control. No difference was observed in performance under water supply and sustainability indicators showing 50% results in both the systems. Total weighted score of public canal system and civil canal system was 40 and 60, respectively. Despite huge amount of expenditure on management as well as operation and maintenance of public canal system, benefit-cost ratio (BCR) of civil canal system was found 40% higher.

The civil canal system performed better in all the sub indicators under productivity and institutional/management. However, environmental indicators were found better in public canal system due to better regulatory control. No difference was observed in performance under water supply and sustainability indicators showing.

According to the results, overall performance of both the irrigation systems remained below the acceptable levels. This inadequacy can be highly related to the infrastructure, management (agency, joint, and farmer), allocation and distribution procedures (supply-demand), and the climate and socio-economic setting. It can also be stated that efficient irrigation scheduling has still not achieved properly and this causes too low water application efficiencies with high water conveyance losses.

Productivity and water supply represent the basic performance indicators where land and water are the limiting factors to production. The water supply indicators are better suited to place the system in its physical and management context. Where the water supply indicators show a lower value, it indicates a situation of a more constrained water supply and values of productivity per unit of water are more important. The study concludes that the civil canal system with minimal management and operation and maintenance cost performed better than public canal system. Water is a scare input, therefore on the basis of productivity per unit water, civil irrigation system was found better than the public system. However, to further improve the productivity as well as performance, management of both the system needs to be gradually transferred to the farmers.

Keywords : Public; Civil; Kabul; Joe Sheikh; Canal.

1* On Farm Water Management Department, Govt. of Khyber Pakhtunkhwa, Peshawar

2 Department of Water Management, The University of Agriculture, Peshawar

* Corresponding author: Dr. Rabnawaz, On Farm Water Management Department, Govt. of Khyber Pakhtunkhwa, Peshawar, Pakistan, **E-mail**: drabnawaz97@gmail.com

RESUME

Le Pakistan est en train de devenir un pays pauvre en eau avec une disponibilité en eau par habitant en déclin (<1000 m^3), alors que la demande domestique, industrielle et environnementale augmente rapidement. Cela donne lieu à un stress sur l'approvisionnement en eau des terres qui contribuent à plus de 90% de la production agricole. L'étude présente a été menée pour comparer la performance des systèmes d'irrigation publics (canal de la rivière Kaboul) et civils (canal Joe Sheikh) dans la province de KP au Pakistan. La performance des deux systèmes a été évaluée en utilisant des indicateurs de productivité, d'approvisionnement en eau, de durabilité, d'environnement et d'institution/gestion.

Les indicateurs de performance des deux systèmes appliqués se sont avérés différents. Le système de canaux civils a obtenu de meilleurs résultats dans tous les sous-indicateurs, en ce qui concerne la productivité et les indicateurs institutionnels/gestionnaires. Cependant, les indicateurs environnementaux ont été jugés meilleurs dans le système de canal public en raison d'un meilleur contrôle réglementaire**.** Aucune différence n'a été observée dans la performance sous les indicateurs d'approvisionnement en eau et de durabilité montrant des résultats de 50% dans les deux systèmes. Le score total pondéré du système de canal public et du système de canal civil était de 40 et 60, respectivement. Malgré les énormes dépenses de gestion, d'exploitation et de maintenance du système de canaux publics, le taux avantages-coûts (RAC) du système de canaux civils était 40% plus élevé.

Le système de canaux civils a obtenu de meilleurs résultats dans tous les sous-indicateurs de productivité et d'institutions/gestion. Cependant, les indicateurs environnementaux ont été jugés meilleurs dans le système de canaux publics en raison d'un meilleur contrôle réglementaire. Aucune différence n'a été observée dans la performance des indicateurs d'approvisionnement en eau et de durabilité.

Selon les résultats, la performance globale des deux systèmes d'irrigation est restée en dessous des niveaux acceptables. Cette inadéquation peut être fortement liée à l'infrastructure, à la gestion (agence, conjointe et paysanne), aux procédures d'allocation et de distribution (offre-demande), au climat et au contexte socio-économique. On peut également affirmer qu'une programmation efficace de l'irrigation n'a toujours pas été réalisée correctement, ce qui entraîne des efficacités d'application de l'eau trop faibles et des pertes de transport de l'eau élevées.

La productivité et l'approvisionnement en eau représentent les indicateurs de performance de base où la terre et l'eau sont les facteurs qui limitent la production. Les indicateurs d'approvisionnement en eau sont mieux adaptés pour placer le système dans son contexte physique et de gestion. Lorsque les indicateurs d'approvisionnement en eau montrent une valeur inférieure, cela indique une situation d'approvisionnement en eau plus limitée et les valeurs de productivité par unité d'eau sont plus importantes. L'étude conclut que le système de canal civil avec des coûts de gestion, d'exploitation et de maintenance minimaux est plus performant que le système de canal public. L'eau est un intrant rare, donc sur la base de la productivité par unité d'eau, le système d'irrigation civil a été jugé meilleur que le système public. Cependant, pour améliorer davantage la productivité ainsi que la performance, la gestion des deux systèmes doit être progressivement transférée aux agriculteurs.

Mots-clés : Public, Civil, Kaboul, Joe Sheikh, Canal.

SEARCH OF TRADE-OFF SOLUTIONS AT THE WATER RESOURCES MANAGEMENT IN THE INTERESTS OF THE KUBAN RIVER BASIN IRRIGATION SYSTEMS

RECHERCHE DE SOLUTIONS COMPROMIS AU NIVEAU DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU DANS L'INTERET DES SYSTEMES D'IRRIGATION DU BASSIN RIVIER KOUBAN

Buber Alexander[1], Bondarik Irina[2], and Ratkovich Evgeniy

ABSTRACT

The basin of the Lower Kuban is experiencing an acute shortage of water resources during the growing season. Every third year is low water year. Water Intake in the complex layout of rice irrigation systems requires reliable forecasting and skilful management. The Report presents the results of research and developed methods for finding the optimal operating modes for the water-resource system of the Lower Kuban based on hydrodynamic solutions and the trade-offs theory that ensure the reliable operation of rice irrigation systems, considering the conflicting requirements of water users.

The methodology is based on multi-criteria analysis and hydrodynamic modelling with application of the 'Operating Structures' module, which, according to a given hierarchy of priorities, allows fulfilling the water users' requirements to discharges and water levels during determined time period (water intakes and outlets points on the river network). The developed computational technology allows to reach reasonable compromise decision in the process of negotiations between water users and water basin authorities.

Keywords: Water resources management, Hydrodynamic modeling, Operating structures, Multi-criteria analysis, Trade-off solution.

RÉSUMÉ

Le bassin du Bas-Kuban connaît une grave pénurie de ressources en eau pendant la saison de croissance. Tous les trois ans est une période d'étiage. La configuration complexe des prises d'eau des systèmes d'irrigation du riz nécessite une prévision fiable et une gestion habile. Le rapport présente les résultats de la recherche et des méthodes développées pour trouver les modes de fonctionnement optimaux pour le système de ressources en eau du Bas-Kuban sur la base de solutions hydrodynamiques et de la théorie des compromis qui garantissent le fonctionnement fiable des systèmes d'irrigation du riz, en tenant compte de la exigences contradictoires des usagers de l'eau.

La méthodologie est basée sur l'analyse multicritères et la modélisation hydrodynamique avec l'application du module « Ouvrages d'exploitation «, qui, selon une hiérarchie donnée de priorités, permet de répondre aux exigences des usagers de l'eau en matière de débits et de niveaux d'eau pendant une période de temps déterminée à l'eau. Points de prise et d'exutoire sur le réseau fluvial. La technologie informatique développée permet de parvenir à une décision de compromis raisonnable dans le processus de négociations entre les usagers de l'eau et les autorités du bassin hydrographique.

Mots clés : Gestion des ressources en eau, Modélisation hydrodynamique, Ouvrages d'exploitation, Analyse multicritères, Solution de compromis.

1 Department head, All-Russian Research Institute of Hydraulic Engg. and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, 44, B. Akademicheskaya Str., 127550 Moscow, Russia; buber49@yandex.ru

2 VPH ICID, All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, 44, B. Akademicheskaya Str., 127550 Moscow, Russia; buber49@yandex.ru

INSTITUTIONAL AND REGULATORY ARRANGEMENT FOR BULK WATER TARIFF SYSTEM IN MAHARASHTRA STATE, INDIA

DISPOSITIONS INSTITUTIONNELLES ET RÉGLEMENTAIRES POUR LE SYSTÈME DE TARIF DE L'EAU EN GROS DANS L'ÉTAT DE MAHARASHTRA, EN INDE

Dr. Shivaji T. Sangle[1]

ABSTRACT

Maharashtra is second highest populated, third largest in area, second urbanized and most industrialized state in India. Maharashtra State occupies the western and central part of the country and has geographical area of 307.58 Lakh ha, which includes gross cropped area of 231.75 lakh ha. Maharashtra State is mainly covered by the six river basins and has 126 billion cubic meters of average annual renewable surface and groundwater resources. Integrated State Water Plan (ISWP) for all major river basins has been prepared for sustainable development and judicious use of State's scarce water resources, both surface and groundwater. Maharashtra has 87 major, 297 medium and 3519 irrigation minor projects in the water sector of the State, creating live storage capacity of 43.8 billion cubic meters (BCM). Maharashtra is a pioneer state in India to have Water Resources Regulatory Act (2005) and established Maharashtra Water Resources Regulatory Authority (MWRRA) to regulate water resource; facilitate and ensure judicious equitable and sustainable management; allocation and utilization of water resources as well as to fix the rates for use of water for all purposes and matter connected therewith and incidental thereto. MWRRA fixes the rates for use of water for agriculture, industries, domestic and other purposes in such a way that the water charges shall reflect the recovery of full cost of irrigation management, administration and maintenance of water resource project (O & M Cost). In this paper an attempt is made to study the mechanism followed by MWRRA for determination of bulk water rates for agriculture, domestic and industrial users. Water resource has both characteristics of social good as well as economic good. Therefore, pure market mechanism fails to determine water rates for irrigation. MWRRA have used modified form of Contingent Valuation Method for determination of water rates for different uses and developed bulk water tariff system in the State of Maharashtra (India). MWRRA, after due consideration of comments and suggestion received from various line departments, field officers, experts, Non-government organizations, water users associations, beneficiaries, etc., has finalized the bulk water tariff for various water users for the period 2018-20. There are incentives for using drip irrigation and for Water User Associations and also for treating of municipal sewage water and its reuse. The Authority has been using the tariff as a tool to enforce the measures towards prevention of pollution of the natural streams and water bodies. The MWRRA, through consultations with experts and stakeholders had evolved the criteria for sharing of estimated O & M cost of water resource project among the three main water use sectors as domestic (22%), industry (59%) and agriculture (19%).

Keywords: Bulk Water Tariff; Pricing for Water; Water Regulatory Authority.

RESUME

L'Etat de Maharashtra est classé le deuxième État le plus peuplé, le troisième en superficie, le deuxième état urbanisé et le plus industrialisé de l'Inde. L'État du Maharashtra occupe la

1 Former Member, Maharashtra Water Resources Regulatory Authority (MWRRA), Mumbai-400005, M.S. India. Email: sanglest@yahoo.co.in

partie occidentale et centrale du pays et possède une zone géographique de 307,58 Lakh ha, qui comprend une superficie brute cultivée de 231,75 lakh ha. L'État du Maharashtra est principalement couvert par les six bassins fluviaux et dispose de 126 milliards de mètres cubes de ressources renouvelables annuelles moyennes en eaux de surface et souterraines. Le Plan intégré de l'eau de l'État (ISWP) pour tous les principaux bassins fluviaux a été préparé pour le développement durable et l'utilisation judicieuse des ressources en eau rares de l'État, à la fois de surface et souterraines. L'État du Maharashtra compte 87 projets majeurs, 297 moyens et 3519 projets mineurs d'irrigation dans le secteur de l'eau, créant une capacité de stockage en direct de 43,8 milliards de mètres cubes (BCM). L'État du Maharashtra est un État pionnier en Inde qui a adopté une loi sur la réglementation des ressources en eau (2005) et a créé l'Autorité de réglementation des ressources en eau de Maharashtra (MWRRA) pour réglementer les ressources en eau; faciliter et assurer une gestion équitable et durable judicieuse; attribuer et utiliser des ressources en eau ainsi que la fixation des tarifs d'utilisation de l'eau à toutes fins et pour toutes les questions connexes et accessoires. Le MWRRA fixe les tarifs d'utilisation de l'eau pour l'agriculture, les industries, les usages domestiques et autres de manière à ce que les taxe pour l'eau reflètent le recouvrement du coût total de la gestion de l'irrigation, de l'administration et de l'entretien du projet de ressources en eau (coût d'exploitation et d'entretien). Dans cet article, une tentative est faite pour étudier le mécanisme suivi par MWRRA pour la détermination du tarif de l'eau en gros pour l'agriculture, les utilisateurs domestiques et industriels. La ressource en eau a à la fois des caractéristiques de bien social et de bien économique. Par conséquent, le mécanisme de marché pur ne parvient pas à déterminer les tarifs de l'eau pour l'irrigation. La MWRRA a utilisé une forme modifiée de méthode d'évaluation contingente pour déterminer les tarifs de l'eau pour différentes utilisations et a développé un système de tarif de l'eau en gros dans l'État de Maharashtra (Inde). Le MWRRA, après avoir dûment pris en compte les commentaires et suggestions reçus de divers départements opérationnels, agents de terrain, experts, organisations non gouvernementales, associations d'usagers de l'eau, bénéficiaires, etc., a finalisé le tarif de l'eau en gros pour divers usagers de l'eau pour la période 2018-20. Il existe des incitations pour l'utilisation de l'irrigation goutte-à-goutte et pour les associations d'usagers de l'eau, ainsi que pour le traitement des eaux usées municipales et leur réutilisation. L'Autorité utilise le tarif comme un outil pour faire appliquer les mesures de prévention de la pollution des cours d'eau naturels et des masses d'eau. Le MWRRA, grâce à des consultations avec des experts et des parties prenantes, a fait évoluer les critères de partage des coûts estimés d'exploitation et de maintenance du projet de ressources en eau entre les trois principaux secteurs d'utilisation de l'eau, à savoir domestique (22%), industriel (59%) et agricole (19%).

Mots-clés : Tarif de l'eau en gros; Tarif de l'eau; Autorité de réglementation de l'eau.

ADOPTION OF FUTURE TOOLS TO MANAGE WATER SUPPLY UNCERTAINTY IN AUSTRALIA'S MURRAY-DARLING BASIN

ADOPTION D'OUTILS FUTURS POUR GÉRER L'INCERTITUDE D'APPROVISIONNEMENT EN EAU DANS LE BASSIN MURRAY-DARLING EN AUSTRALIE

Damien Pearson, Global Business Development Manager, and Rubicon Water[1]

ABSTRACT

In periods of extended dry, the precise management of stored water for maximum beneficial use becomes a very high priority. Long-term irrigation water availability is governed by the volume of precipitation which is captured and stored. Annual precipitation has proven to be highly variable in Australia, but the start of this century witnessed the worst drought in Australia's recorded history. It has been more than 20 years since the beginnings of Australia's Millennium Drought, which marked a step-change in the uncertainty of irrigation water supplies in south-eastern Australia. An account of the history of the response to the Millennium Drought within the Murray-Darling Basin is presented.

The Murray-Darling Basin contains Australia's most important river system, spanning five states and territories and accounting for 14% of the country's total landmass. Agriculture dominates land use, accounting for nearly 90 million of the Basin's 106 million hectares. Reduced rainfall during the drought led to conflicting demands of maintaining food production, sustaining agricultural communities, protecting threatened ecosystems, and meeting the water needs of urban populations. It impacted irrigators' livelihoods, threatened to destroy ecosystems, and saw communities run dry.

This crisis triggered a major overhaul of water governance and focused attention on the need to better manage established catchments by investing in modernised delivery systems and on-farm water infrastructure to maximise the availability, sustainability and productive use of stored water. This paper addresses the institutional responses to drought, the engineering responses to these revised institutional arrangements, and the crop and social adaptation that contributed to the present farming practices within the Murray-Darling Basin.

Australia's four largest irrigation districts are located within the Basin. Combined, these irrigation districts span approximately 2.8 million hectares, and generate more than AU$15 billion from agricultural production. Each of these irrigation districts have implemented the modernisation programs outlined in this paper, and the beneficial outcomes of these investments are discussed.

These institutional and engineering responses resulted in the development and implementation of future tools for managing this supply uncertainty, which now represent best-practice in global surface water use in agriculture. Modernised water supply systems and farming practices are generating shared benefits between irrigators and the environment and have contributed major improvements in the resilience of the Basin's irrigation water supply.

An independent review of the improvements made in the Murray-Darling Basin released by the Committee for Economic Development of Australia (CEDA) in 2011 states: "The value of these benefits in the Southern Murray-Darling Basin ran into the hundreds of millions of dollars per annum during the drought and represents a major success in water policy." Additionally, since 1996/97, irrigated water use in Australia has decreased by 39%, while production from irrigated agriculture has increased by 29% - equating to the equivalent of a 200% productivity gain over the 19 years, when accounting for reduced water use.

1 www.rubiconwater.com, Damien.Pearson@rubiconwater.com

Keywords: Murray-Darling Basin; Drought; Irrigation losses; Infrastructure modernization.

RESUME

Dans la période de sécheresse prolongée, la gestion précise de l'eau stockée devient une priorité très élevée pour une utilisation bénéfique maximale. La disponibilité à long terme de l'eau d'irrigation est régie par le volume de précipitations capté et stocké. Les précipitations annuelles se sont avérées très variables en Australie, mais le début de ce siècle a connu la pire sécheresse de l'histoire enregistrée de l'Australie. Plus de 20 ans se sont écoulés depuis le début de la sécheresse du millénaire en Australie, qui a marqué un changement radical dans l'incertitude de l'approvisionnement en eau d'irrigation dans le sud-est de l'Australie. Un compte rendu est présenté de l'histoire de la réponse à la sécheresse du millénaire dans le bassin Murray-Darling.

Le bassin Murray-Darling contient le système fluvial le plus important de l'Australie, couvrant cinq États et territoires et représentant 14% du bloc continental total du pays. L'agriculture domine l'utilisation des terres, représentant près de 90 millions des 106 millions d'hectares de terre du bassin. La réduction des précipitations pendant la sécheresse a entraîné des demandes contradictoires telles que le maintien de la production alimentaire, le soutien aux communautés agricoles, la protection des écosystèmes menacés et la satisfaction des besoins en eau des populations urbaines. Cela a exercé un impact sur les moyens de subsistance des irrigants, a menacé la destruction des écosystèmes et a entraîné l'assèchement des communautés.

Cette crise a provoqué une refonte majeure de la gouvernance de l'eau et a attiré l'attention sur la nécessité de mieux gérer les bassins versants établis en investissant dans des systèmes de distribution modernisés et des infrastructures hydrauliques à la ferme afin de maximiser la disponibilité, la durabilité et l'utilisation productive de l'eau stockée. Cet article aborde les réponses institutionnelles à la sécheresse, les réponses techniques à ces dispositions institutionnelles révisées, et l'adaptation des cultures et sociale qui a contribué aux pratiques agricoles actuelles dans le bassin Murray-Darling.

Les quatre plus grands districts d'irrigation de l'Australie sont situés dans le bassin. Ensemble, ces districts d'irrigation couvrent environ 2,8 millions d'hectares de terre et génèrent plus de 15 milliards de dollars australiens de production agricole. Chacun de ces districts d'irrigation a mis en œuvre les programmes de modernisation décrits dans ce document. Il discute des résultats bénéfiques obtenus de ces investissements.

Ces réponses institutionnelles et techniques ont abouti au développement et à la mise en œuvre d'outils futurs de gestion de cette incertitude de l'approvisionnement, qui représentent désormais les meilleures pratiques en matière d'utilisation mondiale des eaux de surface dans l'agriculture. Les systèmes d'approvisionnement en eau et les pratiques agricoles modernisés ont donné lieu aux avantages partagés entre les irrigants et l'environnement et ont contribué aux améliorations majeures de la résilience de l'approvisionnement en eau d'irrigation du bassin.

Un examen indépendant des améliorations apportées au bassin Murray-Darling publié par le Comité pour le développement économique de l'Australie (CEDA) en 2011 indique : «La valeur de ces avantages au sud du bassin Murray-Darling s'élevait à des centaines de millions de dollars par an pendant la sécheresse et représente un succès majeur dans la politique de l'eau». De plus, depuis 1996/97, l'utilisation de l'eau irriguée en Australie a diminué de 39%, tandis que la production de l'agriculture irriguée a augmenté de 29% - ce qui équivaut à un gain de productivité de 200% sur 19 ans, compte tenu de la réduction de l'utilisation de l'eau.

Mots clés : Bassin de Murray-Darling; Sécheresse; Pertes d'irrigation; Modernisation de l'infrastructure.

MONITORING SPATIO-TEMPORAL VARIABILITY IN ERCOLATION USING NON-WEIGHING PERCOLATION LYSIMETERS

SUIVI DE LA VARIABILITÉ SPATIO-TEMPORELLE DE LA PERCOLATION À L'AIDE DE LYSIMETRES À PERCOLATION NON PESANT

Birendra KC[1], Bart Schultz[2], Vishnu Prasad Pandey[3], Bamdev Paudel[4], Magdy Mohssen[5], Henry Wai Chau[6], and Patricia Anthony[7]

ABSTRACT

New Zealand dairy farming sector has witnessed a great expansion and land use intensification. Nutrient leaching, through percolation, from dairy farms has been regarded as a major contributor to quality deterioration of the surface water and groundwater. This study assessed spatio-temporal variation of percolation by using 20 non-weighing lysimeters installed on Lincoln University dairy farm, Christchurch, New Zealand. A high variation in daily percolation was observed at the lysimeters even though they were installed very close. Annual average percolation from the 20 lysimeters ranged from 37 mm to 323 mm. Further, in contrast with a general understanding in New Zealand that percolation occurs only during winter, this study revealed that percolation occurs throughout the year. Particularly, percolation in sandy loam soil was far greater during the irrigation season than during non-irrigation. The result from this study can serve as a useful guideline to improve irrigation planning for reducing percolation and in turn improving surface and groundwater quality.

Keywords: Dairy farming; Lysimeter; New Zealand; Percolation; Water quality.

RÉSUMÉ

Le secteur de l'élevage laitier néo-zélandais a connu une grande expansion et une intensification de l'utilisation des terres. Le lessivage des nutriments, par percolation, à partir de la ferme laitière a été considéré comme un contributeur majeur à la détérioration de la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines. Cette étude a évalué la variation spatio-temporelle de la percolation en utilisant 20 lysimètres sans pesée installés sur la ferme laitière de l'Université Lincoln, Christchurch, Nouvelle-Zélande. Une forte variation de la percolation quotidienne a été observée au niveau des lysimètres même s'ils étaient installés très près. La percolation moyenne annuelle des 20 lysimètres variait de 37 mm à 323 mm. En outre, contrairement à l'idée générale en Nouvelle-Zélande selon laquelle la percolation ne se

Special Session

1 Teaching Assistant, Department of Agribusiness and Commerce, Lincoln University, Christchurch, New Zealand; E-mail: birendrakc25@gmail.com

2 Prof. em. Land and Water Development, IHE Delft, Karveel 1505, 8231AV Lelystad, the Netherlands; E-mail: schultz1@kpnmail.nl

3 Professor, Department of Civil Engineering, Pulchowk Campus, Institute of Engineering, Tribhuvan University, Lalitpur, Nepal; E-mail: vishnu.pandey@pcampus.edu.np

4 Professor, Pilon School of Business, Sheridan College, Burlington, Ontario, Canada; E-mail: bamadev.paudel@sheridancollege.ca

5 Senior Hydrologist, Otago Regional Council, PO Box 9054, Dunedin, New Zealand; E-mail: Magdy.Mohssen@orc.govt.nz

6 Lecturer, Department of Soil and Physical Sciences, Lincoln University, PO Box 85084, Christchurch, New Zealand; E-mail: Henry.Chau@lincoln.ac.nz

7 Lecturer, Department of Environmental Management, Lincoln University, Christchurch, New Zealand; E-mail: atricia.Anthony@lincoln.ac.nz

produit qu'en hiver, cette étude a révélé que la percolation se produit tout au long de l'année. En particulier, la percolation dans le sol de terreau sableux était beaucoup plus importante pendant la saison d'irrigation qu'en l'absence d'irrigation. Le résultat de cette étude peut servir de ligne directrice utile pour améliorer la planification de l'irrigation afin de réduire la percolation et, par conséquent, d'améliorer la qualité des eaux de surface et souterraines.

Mots clés : Elevage laitier; Lysimètre; Nouvelle-Zélande; Percolation; La qualité d'eau.

AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT STRATEGIES IN THE NEW BASIN PLAN ACCORDING TO INTEGRATED WATER MANAGEMENT IN KOREA

STRATÉGIES DE GESTION DE L'EAU AGRICOLE DANS LE NOUVEAU PLAN DE BASSIN SELON LA GESTION INTÉGRÉE DE L'EAU EN CORÉE

Kwang SiK Yoon[1]

ABSTRACT

Securing environmental water for the conservation of aquatic ecosystems has become important, and efficient use of the multi-purpose use of agricultural water is being sought. South Korea's government enacted the Water Management Act and established a new Basin Plan. The new act and plan require preparing an optimal water use plan considering not only the integrated water management of quantity and quality but also the current status of water resources in use and the water problem resolution. In this paper, with respect to the guidance of integrated water management in Korea, we introduce the novel strategies for efficient agricultural water use and provide direction to where the Basin Plan should head. Basic strategies are agricultural water supply measurement for scientific management, building information for intelligent agricultural water management, development of basin water balance model for agricultural water supply and demand analysis, establishment of pipeline irrigation channel network for efficient supply of agricultural water, establishment of integrated agricultural water supply management system for river-surface water-groundwater, efficient water use through reorganization of agricultural water distribution system and operation of reservoirs, and conflict management of water related dispute.

Keywords : Basin plan; Water reform; Integrated Water Resources Management (IWRM); Agricultural water; Efficiency.

RESUME

Il est devenu important de sécuriser l'eau environnementale pour la conservation des écosystèmes aquatiques, et l'on recherche à utiliser efficacement l'eau agricole à usages multiples. Le gouvernement sud-coréen a promulgué la loi sur la gestion de l'eau et établi un nouveau plan de bassin. La nouvelle loi et le nouveau plan exigent la préparation d'un plan d'utilisation optimale de l'eau en tenant compte non seulement de la gestion intégrée de la quantité et de la qualité de l'eau, mais aussi de l'état actuel des ressources en eau utilisées et de la résolution des problèmes d'eau. Dans cet article, en ce qui concerne l'orientation de la gestion intégrée de l'eau en Corée, nous présentons les nouvelles stratégies pour une utilisation efficace de l'eau agricole et nous donnons une direction à suivre pour le plan de bassin. Les stratégies de base sont la mesure de l'approvisionnement en eau agricole pour la gestion scientifique, la création d'informations pour une gestion intelligente de l'eau agricole, le développement d'un modèle de bilan hydrique du bassin pour l'analyse de l'approvisionnement et de la demande en eau agricole, la mise en place d'un réseau de canaux d'irrigation par canalisation pour un approvisionnement efficace en eau agricole, la mise en place d'un système agricole intégré de gestion de l'approvisionnement en eau pour les eaux fluviales, superficielles et souterraines, l'utilisation efficace de l'eau grâce à la réorganisation du système de distribution d'eau agricole et de l'exploitation des réservoirs, et la gestion des conflits liés à l'eau.

Mots-clés : Plan de bassin; Réforme de l'eau; Gestion intégrée des ressources en eau (GIRE); Eau agricole; Efficience.

1 Professor, Rural & Bio-Systems Eng. Dept. Chonnam National University., Kwangju, Korea. 61186; E-mail: ksyoon@chonnam.ac.kr

Special Session

A READINESS ASSESSMENT OF INDONESIAN PILOT PROJECT MODERNIZATION - CASE STUDY KEDUNGPUTRI, A PREMIUM IRRIGATION AREA, CENTRAL JAVA

ÉVALUATION DES PRÉPARATIFS DE LA MODERNISATION DU PROJET PILOTES EN INDONÉSIE - ÉTUDE DE CAS : KEDUNGPUTRI, ZONE D›IRRIGATION IMPORTANTE, JAVA CENTRAL

Dr. Vicky Ariyanti[1], Corri Eriza, and Kuji Murtiningrum

ABSTRACT

Modernization in irrigation has finally touched down in Indonesia with better efforts on technological advancement, institutional strengthening, and human resources enhancement. The current project in Kedungputri has proven to withhold the potentials of modernization. This paper describes the status as on how the irrigation area is ready towards the modernization. The ambitious pilot project is performed on a premium irrigation project or on an irrigation area with a reservoir as its source. It is a strategic project with its upstream Bener Dam done by the Government of Indonesia and the World Bank's SIMURP (Strategic Irrigation Modernization and Urgent Rehabilitation Project). The analysis is done through purposive sampling and qualitative methodology based on existing documents and evidence of the ongoing rehabilitation project and its complementary soft component since 2019. The readiness status will be based on the five pillars of the Indonesian version of irrigation modernization, namely water supply reliability, irrigation network reliability, water management, institutional, and human resources. A model is made based on indicators for each of these pillars. The condition in the Kedungputri has been assessed based on this model. The findings shows that the condition of the institutional arrangements has unique and significant impacts on the readiness status, which is covered under the soft component or the three pillars namely water management, institutional, and human resources. The institutional arrangement should start at the very beginning, with an established function of an irrigation management unit. We urge modernization efforts should start from the soft component first. This arrangement will require a lesser upfront investment before the rehabilitation takes place and it will also make sure that the water users are more supportive of the upcoming project.

Keywords: Modernization; Premium irrigation; Rehabilitation; Readiness assessment.

RÉSUMÉ

La modernisation de l'irrigation a finalement touché l'Indonésie grâce à des efforts accrus en matière de progrès technologique, de renforcement institutionnel et de valorisation des ressources humaines. Le projet actuel à Kedungputri s'est avéré retenir les potentiels de modernisation. Ce document décrit l'état d'avancement de la préparation de la zone d'irrigation pour la modernisation. Le projet ambitieux pilot est réalisé sur un projet d'irrigation important ou une zone d'irrigation avec un réservoir comme source. Il s'agit d'un projet stratégique avec son barrage de Bener en amont réalisé par le gouvernement indonésien et le SIMURP (Projet stratégique de modernisation de l'irrigation et de réhabilitation urgente) de la Banque mondiale. L'analyse est effectuée au moyen d'un échantillonnage calculé et d'une méthodologie qualitative basée sur des documents existants et des preuves du projet de réhabilitation en cours et de sa composante douce complémentaire depuis 2019. L'état de préparation sera basé sur les cinq piliers de la version indonésienne de la modernisation de l'irrigation, à

1 E-mai: vicky_ariyanti@yahoo.com

savoir la fiabilité de l'approvisionnement en eau, la fiabilité du réseau d'irrigation, la gestion de l'eau, les ressources institutionnelles et humaines. Une modélisation est réalisée à partir d'indicateurs pour chacun de ces piliers. La condition dans le Kedungputri est évaluée sur la base de ce modèle. Les résultats montrent que l'état des dispositions institutionnelles exerce des impacts uniques et significatifs sur l'état de préparation, qui est couvert par la composante souple ou les trois piliers, à savoir la gestion de l'eau, les ressources institutionnelles et humaines. La disposition institutionnelle devrait commencer tout au début, avec une fonction établie de l'unité de la gestion de l'irrigation. Nous demandons instamment que les efforts de modernisation commencent d'abord par la composante souple. Cette disposition nécessitera un investissement initial moins important avant la réhabilitation et permettra également de s'assurer que les utilisateurs de l'eau soutiennent davantage le projet à venir.

Mots-clés : Modernisation; Irrigation importante; Réhabilitation; Evaluation des préparatifs.

PLANNING FOR THE FUTURE OF NEPAL'S FOOD SECURITY THROUGH IRRIGATION

PLANIFIER L'AVENIR DE LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE DU NÉPAL GRÂCE À L'IRRIGATION

Suman Sijapati[1], Laxman Sharma[2], Birendra KC[3], Majeed Safa[4], Vishnu Prasad Pandey[5] and Bart Schultz[6]

ABSTRACT

Nepal is endowed with a large water resources potential, reportedly draining 225 billion cubic meters of water annually from its rivers and rivulets, while agricultural land exceeds 3.557 million hectares. The country, however, faces the challenge of efficiently using these available resources to produce sufficient food to feed its growing population. The Right to Food Act 2018 of the country enshrines food as a fundamental right of every citizen but the Zero Hunger Strategic Review (ZHSR) conducted in 2017-18 revealed that the country still suffers from severe food insecurity and malnutrition. Nepal has become a net importer of grain in recent years and many people living in remote areas are chronically food insecure. The International Food Policy Research Institute (IFPRI) has estimated that almost two million people in Nepal are currently undernourished. In this context, it is imperative that the country takes effective measures toward boosting agriculture productivity to get rid of malnutrition, hunger, and food insecurity. There is a need for improvement in current production and productivity. At present, only about two-thirds of the cultivated land in the country has access to irrigation facilities and that too is seasonal. Assured year-round irrigation is identified as one of the prime factors that can contribute to address the concern of food insecurity and malnutrition. Innovative methods and technologies suitable for improving irrigation water use efficiency and water productivity for different agro-ecological conditions is expected to significantly contribute to food security. Spatial and temporal availability of water resources in Nepal is unfavourable and further compounded by the risks associated with climate change. About 80% of the country's annual rainfall occurs in four months (June to September) while remaining eight months have sparse rainfall. Similarly, four large basins of river Mahakali, Karnali, Narayani, and Koshi drain about 80% of runoff while other rivers go almost dry in the winter season. Problems of flooding, erosion and inundation also exist in Nepal. The changing political climate adds on further uncertainties. Careful planning is required to develop and manage the country's available resources in an efficient manner. The country has recently prepared its Irrigation Masterplan which is in the approval process.

This paper reviews the current situation of Nepal and analyses the prospects of effective implementation of the Irrigation Masterplan, demonstrating the problems faced by a least developed nation in attempting to gear-up irrigation development. It also summarizes the existing knowledge on the potential impact of climate change on irrigation and suggests a

1 President, INPIM Nepal, sumansij@yahoo.com
2 Water Resources Consultant
3 Teaching Assistant, Department of Agribusiness and Commerce, Lincoln University, Christchurch, New Zealand; E-mail: birendrakc25@gmail.com
4 Senior Lecturer, Department of Land Management and Systems, Lincoln University, Christchurch, New Zealand; E-mail: Majeed.Safa@lincoln.ac.nz
5 Professor, Department of Civil Engineering, Pulchowk Campus, Institute of Engineering, Tribhuvan University, Lalitpur, Nepal; E-mail: vishnu.pandey@pcampus.edu.np
6 Prof. em. Land and Water Development, IHE Delft, Karveel 1505, 8231AV Lelystad, the Netherlands; E-mail: schultz1@kpnmail.nl

way forward in irrigation development, drainage, and flood protection schemes to improve the livelihood of the nation.

Keywords: Irrigation development tools; Irrigation modernization; Irrigation policy instruments; Institutional arrangements; Food security.

RÉSUMÉ

Le Népal est doté d'un important potentiel de ressources en eau, drainant 225 milliards de mètres cubes d'eau par an de ses rivières et ruisseaux, tandis que les terres agricoles dépassent 3,557 millions d'hectares. Le pays, cependant, est confronté au défi d'utiliser efficacement ces ressources disponibles pour produire suffisamment de nourriture pour nourrir sa population croissante. La Loi de 2018 sur le Droit à l'alimentation du pays consacre l'alimentation comme un droit fondamental de chaque citoyen, mais l'Examen Stratégique de Faim Zéro (ZHSR) mené en 2017-2018 a révélé que le pays souffre toujours d'une grave insécurité alimentaire et de malnutrition. Ces dernières années, le Népal est devenu un importateur net de céréales et de nombreuses personnes vivant dans des régions isolées souffrent d'insécurité alimentaire chronique. L'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI) a estimé que près de deux millions de personnes au Népal sont actuellement sous-alimentées. Dans ce contexte, il est impératif que le pays prenne des mesures efficaces pour stimuler la productivité agricole afin de se débarrasser de la malnutrition, de la faim et de l'insécurité alimentaire. Il est nécessaire d'améliorer la production et la productivité actuelles. À l'heure actuelle, environ les deux tiers des terres cultivées du pays ont accès à des installations d'irrigation et cela aussi est saisonnier. L'irrigation assurée toute l'année est identifiée comme l'un des principaux facteurs pouvant contribuer à résoudre le problème de l'insécurité alimentaire et de la malnutrition. Les méthodes et technologies innovantes adaptées à l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau d'irrigation et de la productivité de l'eau pour différentes conditions agro-écologiques devraient contribuer de manière significative à la sécurité alimentaire.

La disponibilité spatiale et temporelle des ressources en eau au Népal est défavorable et encore aggravée par les risques associés au changement climatique. Environ 80% des précipitations annuelles du pays se produisent au cours de quatre mois (juin à septembre), tandis que les huit mois restants sont caractérisés par des précipitations clairsemées. De même, quatre grands bassins des rivières Mahakali, Karnali, Narayani et Koshi drainent environ 80% du ruissellement tandis que d'autres rivières s'assèchent presque pendant la saison hivernale. Le Népal connaît également des problèmes d'érosion et d'inondation. L'évolution du climat politique ajoute de nouvelles incertitudes. Une planification minutieuse est nécessaire pour développer et gérer efficacement les ressources disponibles du pays. Le pays a récemment préparé son plan directeur d'irrigation qui est en cours d'approbation.

Cet article passe en revue la situation actuelle du Népal et analyse les perspectives de mise en œuvre efficace du plan directeur d'irrigation, démontrant les problèmes rencontrés par une nation moins développée dans sa tentative d'accélérer le développement de l'irrigation. Il résume également les connaissances existantes sur l'impact potentiel du changement climatique sur l'irrigation et suggère une voie à suivre dans le développement de l'irrigation, le drainage et les programmes de protection contre les inondations pour améliorer les moyens de subsistance de la nation.

Mots clés : Outils de développement de l'irrigation; Modernisation de l'irrigation; Instruments de politique d'irrigation; Dispositions institutionnelles; Sécurité alimentaire.

UNCERTAINTY ANALYSIS OF ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION ESTIMATIONS USING SATELLITE DATA AND CLIMATE DATABESES

ANALYSE DE L'INCERTITUDE DES ESTIMATIONS DE L'ÉVAPOTRANSPIRATION RÉELLE À L'AIDE DE DONNÉES SATELLITAIRES ET DE BASES DE DONNÉES CLIMATIQUES

Nozar Ghahreman[1] Abuzar Gharehkhani[2] and Parviz Irannejad[3]

ABSTRACT

Evapotranspiration is an important component of water balance and a key element in water resources management, especially in arid and semi-arid regions such as Iran. The purpose of this study is to investigate the uncertainty of actual evapotranspiration (ETa)estimates derived from a remote sensing-based model, i.e. Priestley–Taylor Model (PT-JPT), and two global climate datasets namely GLEAM and ERA-Interim in Karkheh basin southwest of Iran with a heterogeneous land cover and fragile ecosystem during the 2013-2017 period. The TCH method was used to analyze the uncertainty for each spatial cell (0.25× 0.25) in the basin. The results of uncertainty analysis showed that ETERA-Interim, ETGLEAM, and ETPT- JPT data have the lowest relative uncertainty in 38%, 12.6% and 49.4% of cells, respectively. The highest percentage of cells with lowest uncertainty in Seimare, South Karkhe and Gamasiab sub-basins was correspond to ETPT-JPT model (54.4%, 72.3%, and 50%, respectively). In Gharehsoo and Kashkan sub-basins the ETERA-Interim estimations was found as the method with least uncertainty, (55.5% and 53.4%, respectively). The highest number of cells with lowest relative uncertainty belongs to ETERA-Interim. Considering the lowest uncertainty, variation of actual evapotranspiration with elevation in Karkhe basin showed that the two databases and PT-JPT model perform well at 1400 to 1800 m above sea level. Based on land use pattern and uncertainty of evapotranspiration estimations, in cells with agricultural-garden and forest land use, ETGLEAM data were chosen. Similarly, in rangelands, both ETPT- JPT and ETERA-Interim databases, and for drylands, ETERA-Interim data can be recommended. This uncertainty assessment suggests deeper insights into the quality and dynamics of Model PT-JPT, and two global climate datasets namely GLEAM and ERA-Interim products, which could potentially benefit the hydro-meteorological community, decision makers, and regional water managers for an efficient water resources management and drought analysis among other applications. Overall, the extended TCH approach established in the current study could serve as an important benchmark to demonstrate uncertainty information, which could be extended to other existing ETa algorithms, in order to promote an integrated product and analysis methodologies for a wide range of hydrological applications especially in the regions of scarce data availability.

Keywords: Evapotranspiration; Uncertainty; Land use; Karkheh basin; Iran.

RESUME

L'évapotranspiration est une composante importante du bilan hydrique et un élément clé de la gestion des ressources en eau, en particulier dans les régions arides et semi-arides comme l'Iran. Cette étude vise à étudier l'incertitude des estimations de l'évapotranspiration réelle (ETa) tirées d'un modèle basé sur la télédétection, c'est-à-dire le modèle Priestley-Taylor

1 Associate Professor, Department of Irrigation and Reclamation, University of Tehran, Karaj, Iran
2 PhD Graduate, Department of Irrigation and Reclamation, University of Tehran, Karaj, Iran
3 Associate Professor, Geophysics Institute, University of Tehran, Iran

(PT-JPT), et de deux ensembles de données climatiques mondiales, à savoir GLEAM et ERA-Interim du bassin Karkheh au sud-ouest de l'Iran avec une couverture terrestre hétérogène et un écosystème fragile au cours de la période 2013-2017. La méthode TCH a été utilisée pour analyser l'incertitude pour chaque cellule spatiale (0,25 × 0,25) du bassin. Les résultats de l'analyse de l'incertitude ont montré que les données ETERA-Interim, ETGLEAM, et ETPT-JPT ont l'incertitude la plus faible dans 38%, 12,6% et 49,4% des cellules, respectivement. Le pourcentage le plus élevé de cellules avec la plus faible incertitude dans les sous-bassins de Seimare, South Karkhe et Gamasiab correspondait au modèle ETPT-JPT (54,4%, 72,3% et 50%, respectivement). Dans les sous-bassins de Gharehsoo et Kashkan, les estimations de l'ETERA-Interim ont été considérées comme la méthode la moins incertaine (55,5 % et 53,4 %, respectivement). Le plus grand nombre de cellules avec la plus faible incertitude relative appartient à ETERA-Interim. Compte tenu de l'incertitude la plus faible, la variation de l'évapotranspiration réelle avec l'élévation du bassin de Karkhe a montré que les deux bases de données et le modèle PT-JPT fonctionnent bien à 1400 à 1800 m au-dessus du niveau de la mer. Sur la base de l'utilisation du territoire et de l'incertitude des estimations de l'évapotranspiration, pour les cellules d'utilisation des terres agricoles, des jardins et des forêts, les données ETGLEAM ont été choisies. De même, pour les prairies, les bases de données ETPT- JPT et ETERA-Interim, et pour les terres arides, les données ETERA-Interim peuvent être recommandées. Cette évaluation de l'incertitude permet de mieux comprendre la qualité et la dynamique du modèle PT-JPT et de deux ensembles de données climatiques mondiales, à savoir les produits GLEAM et ERA-Interim, qui pourraient être utiles à la communauté hydrométéorologique, aux décideurs et aux gestionnaires régionaux de l'eau pour une gestion efficace des ressources en eau et l'analyse des sécheresses, entre autres applications. Dans l'ensemble, l'approche TCH étendue établie dans l'étude actuelle pourrait servir de référence importante pour démontrer les informations d'incertitude, qui pourraient être étendues à d'autres algorithmes existants d'ETa, afin de promouvoir un produit intégré et des méthodologies d'analyse pour un large éventail d'applications hydrologiques, en particulier dans les régions où les données sont rares.

Mots clés : Evapotranspiration; Incertitude; Utilisation du territoire; Bassin de Karkheh; Iran.

Abstracts of Papers received in Response to

Special Session 2: System Modelling / Modélisation du système

INDEX OF ABSTRACT

Page No.

SS.R.2.01 **Use of Recycled Water for Pasture Irrigation: Long-Term Impact Assessment under Climate Change** — 271
Utilisation De L'eau Retraitée En Irrigation Des Pâturages : Évaluation De L'impact À Long Terme Dans Le Cadre Du Changement Climatique
Phogat, V, Pitt, T, Petrie, P, Mallants, D, Cox, J.W. and Fleming, N. (Australia)

SS.R.2.02 **Water Balance-Based Tool for Planning and Prioritizing Agriculture Water Management Interventions** — 273
Outil Basé Sur Le Bilan Hydrique Pour La Planification ET L'identification Des Priorités Des Interventions De Gestion De L'eau Agricole
Alam, Mohammad Faiz, Sudharshan M, Sikka Alok, Verma Shilp, Mohan Giresh, and Vardhan Vijay (India)

SS.R.2.03 **Toward the Development of a WUE Model for Smallholder Irrigation Schemes in Gauteng Province, South Africa: Condition and Performance Assessment** — 276
Vers Le Developpement D'un Modele De L'efficacite De L'utilisation De L'eau (WUE) Dans Les Petits Systemes D'irrigation Dans La Province De Gauteng, Afrique Du Sud Evaluation De L'etat Et Des Performances
Macdex Mutema, Khumbulani Dhavu, and Manoshi Mothapo (South Africa)

SS.R.2.04 **Reservoir Operation Policy Making and Operation Optimization Responsive to Hydrological Droughts and Resilience in Agricultural and Potable Water Supply** — 278
Élaboration D'une Politique D'exploitation Des Réservoirs Et Optimisation De Leur Fonctionnement En Fonction Des Sécheresses Hydrologiques Et De La Résilience Dans L'approvisionnement En Eau Agricole Et Potable
Onen, Mustafa Onur, and Vrugt, Jasper (Turkey)

SS.R.2.05 **Using Remote Sensing information for Irrigation Benchmarking** — 280
Utilisation Des Informations De Télédétection Pour L'évaluation Comparative De L'irrigation
Zitian Gao, Danlu Guo, Dongryeol Ryu, and Andrew W. Western (Australia)

SS.R.2.06 **Impact of Agricultural Soil Degradation on Water and Food Security** — 283
Impact De La Dégradation Des Sols Agricoles Sur L'eau Et La Sécurité Alimentaire
Ahmed Elshaikh, Ismail Karaoui, Jamal Mabrouki, Lubna Bouhachlaf, and Mohamed Wahba (Sudan)

SS.R.2.07 **Spatio-Temporal Evaluation of the Cru Global Gridded Dataset Accuracy in Long-Term Monitoring Of Potential Evapotranspiration** **284**
L'evaluation Spatio-Temporelle De La Precision Des Series De Donnes Mises En Reseau Cru Pour Suivre A Long Terme L'evaporation Et L'evapotranspiration Potentielles
Behzad Navidi Nassaj and Narges Zohrabi (Iran)

SS.R.2.08 **Assessing Climate Change Impacts on Surface Water Availability Using the WEAP Model: A Case Study of the Buffalo River Catchment** / Évaluation Des Impacts Du Changement Climatique Sur La Disponibilité Des Eaux De Surface À L'aide Du Modèle WEAP : Une Étude De Cas Du Bassin Versant De La Rivière Buffalo **286**
Ms Nosipho Dlamini, Dr Aidan Senzanje, and Prof. Tafadzwanashe Mabhaudhi (South Africa)

SS.R.2.09 **SDG Mission: Solar-Powered Rain-Port (MINI) Sprinkler Irrigation System for the Small Size Farms /** **288**
Mission Du Objectif Du Développement Durable (ODD): Système D'irrigation Par Aspersion (MINI) Alimenté Par L'énergie Solaire Pour Les Petites Exploitations Agricoles
Dilip Yewalekar, and Manisha Kinge (India)

SS.R.2.10 **Water Level Estimation in Agricultural Open Channel Using CCTV Image Segmentation** **290**
Estimation Du Niveau D'eau Dans Un Canal Ouvert Agricole À L'aide De La Segmentation D'images CCTV
Kwihoon Kim · Maga Kim · Pureun Yoon · Jehong Bang · and Jin-Yong Choi (South Korea)

SS.R.2.11 **Conflict between Rice Cultivation and Water Use under Changing Climate** **292**
Conflit Entre La Culture Du Riz Et L'utilisation De L'eau Dans Le Cadre D'un Climat Changeant
Takada Asari, Yoshida Takeo, Ishigooka Yasushi, Maruyama Atsushi, and Kudo Ryoji (Japan)

SS.R.2.12 **Water Use Optimizing in Rice-Growing Agro-Reclamation Complexes of the Lower Kuban: Theoretical Approaches** **294**
Optimisation De L'utilisation De L'eau Dans Les Complexes De La Remise En Valeur Des Terres Gricoles Rizicoles Du Bas Kuban: Approches Théoriques
Dr. Buber Alina, Dr. Dobrachev Yuri and Ratkovich Evgenii (Russia)

SS.R.2.13 **Drought Risk Assessment in Irrigated Agriculture with Climate Change /** Évaluation Des Risques De Sécheresse Dans L'agriculture Irriguée Dans Les Conditions De Changement Climatique **296**
Dissanayake Mudiyanselage Thushara Sanjeewa Dissanayake (Sri Lanka)

SS.R.2.14 **Key Contributors to Uncertainties in Irrigation Scheduling** **297**
Les Principaux Facteurs D'incertitude Dans La Programmation de L'irrigation
Danlu Guo, Arash Parehkar, Dongryeol Ryu and Andrew Western (Australia)

Special Session

SS.R.2.15 **Assessment of Drought Vulnerability Based on the Soil Water Balance** 299
Évaluation De La Vulnérabilité À La Sécheresse Basée Sur Le Bilan Hydrique Du Sol
Jeon, Min-Gi, and Nam, Won-Ho (South Korea)

SS.R.2.16 **Assessing Water Quality by Developing a Modeling Tool for Irrigation Water Supply and Relating Its Pollution Control Strategy** 301
Évaluer La Qualité De L'eau En Développant Un Outil De Modélisation De L'approvisionnement En Eau D'irrigation Et En *Mettant En Relation Sa Stratégie De Lutte Contre La Pollution Tsu-Chuan Lee (Chinese Taipei)*

SS.R.2.17 **Drought Studies In Kala Oya Basin, Sri Lanka** 303
Études Sur La Sécheresse Dans Le Bassin De Kala Oya, Sri Lanka
A.D.S. Iresh (Sri Lanka)

SS.R.2.18 **Flood Plains Zoning for Lower Kelani River Basin to Reduce Flood Damage to Agriculture** 305
Zonage Des Plaines D'inondation Du Bassin Inferieur De La Rivière Kelani Pour Réduire Les Dommages Causés Par Les Inondations À L'agriculture
A.D.S. Iresh (Sri Lanka)

SS.R.2.19 **Model Evaluation of Flood Control Effects of "Prior Release" from Agricultural Reservoirs in Japan** 307
Évaluation Par Modèle Des Effets De La "Libération Préalable" Des Réservoirs Agricoles Sur La Lutte Contre Les Inondations au Japon
Seiya Aihara and Takeo Yoshida (Japan)

SS.R.2.20 **Agricultural Activity Impacts Assessment for Agricultural Environment Conservation Program Using Soil-Water-Energy-Food Nexus Analysis** 309
Évaluation Des Impacts De L'activité Agricole Du Programme De Conservation De L'environnement Agricole En Utilisant L'analyse Du Lien Sol-Eau-Énergie-Alimentation
Pureun Yoon (Ms, Yoon, Pureun), Jin-Yong Choi, and Kwihoon Kim (South Korea)

SS.R.2.21 **Development and Validation of a Model for Soil Wetting Geometry under Moistube Irrigation** 311
Développement Et Validation D'un Modèle De Géométrie Du Mouillage Du Sol Sous L'irrigation Moistube
T.L. Dirwai, Senzanje, and T. Mabhaudhi (South Africa)

SS.R.2.22 **Simulation and System Modeling for Water Stress Management in Maharashtra State, India** 313
Simulation Et Modélisation De Systèmes Pour La Gestion Du Stress Hydrique Dans L'état De Maharashtra, En Inde
Dr. Shivaji Sangle, Balasaheb Chivate, and Ms. Shivani Sangle (India)

SS.R.2.23 **Irrigation Efficiency and Water Saving Considering Return Flow and Reservoir Operation** **316**
Efficacité De L'irrigation Et Économies D'eau En Tenant Compte Du Débit Recupere Et Du Fonctionnement Du Réservoir
Shin, Ji-Hyeon, and Nam, Won-Ho (South Korea)

SS.R.2.24 **Challenges and Opportunities for Development Information Transmission Technologies in Irrigation Networks (Case Study: Case Study: Abadan Island Irrigation Network)** **318**
Défis Et Opportunités Pour Développer Des Technologies De Transmission De L'information Dans Les Réseaux D'irrigation (Étude De Cas : Réseau D'irrigation De L'île D'abadan)
Dr. Minaei, Sohra, Mahjoobi, Arash, and Basirzadeh, Habibolla (Iran)

SS.R.2.25 **Increase in Bore well Efficiency with the Use of V-Wire Technology of Johnson Screens – A Case Study** **320**
Augmentation De L'efficacité Des Puits Forent Grâce À La Technologie Du Fil En V De Johnson Screens – Étude De Cas
S.N Singh (India)

SS.R.2.26 **Evaluation of Monthly Drought Prospect and Reservoir Operation Rule for Drought Response Using Reservoir Drought Index (RDI)** **322**
Évaluation De La Perspective Mensuelle De Sécheresse Et Règle D'exploitation Des Réservoirs Pour Répondre À La Sécheresse En Utilisant L'indice De Sécheresse Du Réservoir (RDI)
Kim, Maga, Choi, Jin-Yong, Bang, Jehong, Yoon, Pureun, and Kim, Kwihoon (South Korea)

SS.R.2.27 **Optimization of Irrigation Water Management through Combining Remote Sensing, GIS and SCADA System** **324**
Optimisation De La Gestion De L'eau D'irrigation Grâce À La Combinaison De La Télédétection, Du SIG Et Du Système SCADA
Bedri Kurtulus, Mohammed A. Alomair, Fethi Lebdi, Salah M. Sidahmed, Abdulrahman S. Alablan, Azhar M. Memon, Idrees A. Farooqui, Mohammad A. Yassin and Mohamed Anter Mohamed Moursy (Saudi Arabia)

SS.R.2.28 **Drought Vulnerability Assessment on Water Supply of Reservoir for Climate Change Adaptation** **325**
Évaluation De La Vulnérabilité À La Sécheresse Sur L'approvisionnement En Eau D'un Réservoir Pour L'adaptation Au Changement Climatique
Young-Sik Mun, Won-Ho Nam (South Korea)

SS.R.2.29 **Water Distribution Programs in Closed Irrigation Systems** **327**
Programmes De Distribution D'eau Dans Les Systèmes D'irrigation Fermés
Filiz Bulut (Turkey)

USE OF RECYCLED WATER FOR PASTURE IRRIGATION: LONG-TERM IMPACT ASSESSMENT UNDER CLIMATE CHANGE

UTILISATION DE L'EAU RETRAITÉE EN IRRIGATION DES PÂTURAGES : ÉVALUATION DE L'IMPACT À LONG TERME DANS LE CADRE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Phogat, V.[1,2], Pitt, T.[1,2], Petrie, P.[1,2], Mallants, D.[3], Cox, J.W.[1] and Fleming, N.[1]

ABSTRACT

The numerical model HYDRUS-UNSATCHEM was used to evaluate the impact of long-term (2018-2050) use of recycled water (RCW) for irrigation of the mixed pastures widely grown in Australia. The input parameters for soil hydraulic, soil solution and exchange data were determined from 14 representative soil profiles collected from the North Adelaide Plain (NAP) region of South Australia. Daily potential transpiration (T_p), potential evaporation (E_s), and the seasonal irrigation schedule for perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and white clover (*Trifolium repens*) were estimated following the FAO-56 dual crop coefficient approach utilizing local crop specific information and historic climate change data for the study region. Initially, the model was equilibrated for 48 years (from 1970-2018) with historic climate data and using low salinity irrigation water. In a second step, with the model being in hydraulic equilibrium with the historic climate, projected climate input data was based on the median future climate data downscaled from the GFDL – ESM2M Global Circulation Model (GCM); RCW was used for irrigation of mixed pastures. Modelling results indicated that irrigation demand for mixed pasture systems increased by 7- 8.5% by 2050. Long-term use of RCW for irrigation under future climate projection was found to increase the profile average soil salinity from 5.3 to 6.4 dS/m. Similarly, the average sodium adsorption ratio (SAR) and exchangeable sodium percentage (ESP) reached high values ranging between 16-19 and 30-51%, respectively. Consequently, the estimated potential yield of clover was reduced by 9-23% due to the increased soil salinity levels across different soil types. Increased sodicity can further degrade the soil physical conditions, requiring judicious use of recycled water for irrigation. These findings would help in devising better guidelines for the use of RCW water for irrigated agriculture.

Keywords: Recycled water; Irrigation demand; Pastures; Climate change; Salinity; HYDRUS;

RESUME

Le modèle numérique HYDRUS-UNSATCHEM a été utilisé pour évaluer l'impact à long terme (2018-2050) de l'utilisation de l'eau retraitée (RCW) pour irriguer des pâturages mixtes largement cultivés en Australie. Les paramètres d'entrée pour l'hydraulique du sol, la solution du sol et les données d'échange ont été déterminés à partir de 14 profils de sol représentatifs collectés dans la région de Plaine de l'Adélaïde du Nord (NAP) en Australie-Méridionale. La transpiration potentielle journalière (Tp), l'évaporation potentielle (Es) et la programmation d'irrigation saisonnière pour le ray-grass vivace (Lolium perenne) et le trèfle blanc (Trifolium repens) ont été estimés selon l'approche FAO-56 du coefficient cultural double en utilisant des informations spécifiques aux cultures locales et des données historiques relatives au

1 South Australian Research and Development Institute, GPO Box 397, Adelaide SA 5001, Australia.
2 The University of Adelaide, PMB 1 Glen Osmond SA 5064, Australia.
3 CSIRO Land and Water, PMB2, Glen Osmond, SA 5064, Australia

changement climatique pour la région d'étude. Initialement, le modèle a été équilibré pendant 48 ans (de 1970 à 2018) avec des données climatiques historiques et en utilisant de l'eau d'irrigation à faible salinité. Dans un deuxième temps, le modèle étant en équilibre hydraulique avec le climat historique, les données d'entrée climatiques projetées ont été basées sur les données climatiques futures médianes réduites à l'échelle du modèle de circulation globale (GCM) GFDL - ESM2M; l'eau retraitée (RCW) a été utilisée pour l'irrigation des pâturages mixtes. Les résultats de la modélisation ont indiqué que la demande d'irrigation pour les systèmes de pâturages mixtes a augmenté de 7 à 8,5% d'ici 2050. L'utilisation à long terme de l'eau retraitée (RCW) en irrigation dans le cadre des projections climatiques futures a augmenté la salinité moyenne du sol de 5,3 à 6,4 dS/m. De même, le coefficient moyen d'adsorption du sodium (SAR) et le pourcentage de sodium échangeable (ESP) ont atteint des valeurs élevées comprises entre 16-19 et 30-51%, respectivement. Par conséquent, le rendement potentiel estimé du trèfle a été réduit de 9 à 23% en raison de l'augmentation des niveaux de salinité du sol dans différents types de sol. Une sodicité accrue peut encore dégrader les conditions physiques du sol, nécessitant une utilisation judicieuse de l'eau recyclée en irrigation. Ces résultats aideraient à élaborer de meilleures lignes directrices pour l'utilisation de l'eau retraitée (RCW) en agriculture irriguée.

Mots clés : Eau retraitée; Demande d'irrigation; Pâturages; Changement climatique; Salinité; HYDRUS.

WATER BALANCE-BASED TOOL FOR PLANNING AND PRIORITIZING AGRICULTURE WATER MANAGEMENT INTERVENTIONS

OUTIL BASÉ SUR LE BILAN HYDRIQUE POUR LA PLANIFICATION ET L'IDENTIFICATION DES PRIORITÉS DES INTERVENTIONS DE GESTION DE L'EAU AGRICOLE

Alam, Mohammad Faiz[1], Sudharshan M[2], Sikka Alok[3], Verma Shilp[4], Mohan Giresh[5] and Vardhan Vijay[6]

ABSTRACT

Increased incidence of climate change induced water related risk of droughts is a threat to global agriculture. Drought proofing agriculture to minimize the adverse impact is thus critical to ensure food and livelihood security. With water availability being the key limiting factor for crop growth, agriculture water management (AWM) interventions are central to drought proofing. AWM interventions are context and situation-specific and may or may not work effectively everywhere and have different costs of implementation. This requires prioritization and matching of interventions to the local context without which potentially efficiency and effectiveness of implemented interventions will be reduced.

Planning and prioritizing AWM interventions in a watershed requires a proper assessment of water availability and demand. Additionally, information is required on the effectiveness of different AWM interventions to mitigate drought as they come with varying costs and economic impacts. However, for micro and macro watersheds where watershed development projects are often planned, this information is often limited or missing. Also, most of the currently available tools and models are data intensive and involve subject matter expertise thus making them difficult to be used by field practitioners and staff. This study presents a simple and robust water balance-based drought proofing tool to analyse impact of drought and help in decision making.

The two key functions of this Drought Proofing Tool are to assess: 1 the water balance of the study area, and 2) the impact of proposed water management interventions on achieving the level of drought proofing. The tool applies a monthly water budget approach in balancing the water resources availability and water demand within the study area. More than 20 commonly practiced water management interventions have been integrated into the tool to simulate their impact on drought proofing. The tool has a simple interface and is modelled in an excel spread sheet with minimum input data requirements for simplifications by field practitioners.

The developed tool has been applied in four contrasting agricultural watersheds in India. Results show that tool, despite requiring limited data and parameters, performs well in simulating water balance and drought impact on the crop yield of rainfed and irrigated areas. Simulating interventions scenarios highlights the limitation of focusing on only structural

1 Researcher, International Water Management Institute, Delhi, India. M.alam@cgiar.org

2 Consultant, International Water Management Institute, Delhi, India. S.maliappan@cgiar.org

3 Principal Researcher, International Water Management Institute, Delhi, India. A.sikka@cgiar.org

4 Senior Researcher, International Water Management Institute, Delhi, India. S.verma@cgiar.org

5 ITC, India, giresh.mohan@itc.in

6 ITC, India, v.vijayvardhan@itc.in

supply or demand side interventions which are not enough to drought proof severe droughts. Extensive capacity building of field partners in these four watersheds was undertaken. Outcomes of the capacity building resulted in internalizing of tool for watershed planning by partners. This replaced the often ad-hoc and thumb rule approach of planning interventions. The developed framework and tool are applicable and can be used globally to plan water management interventions.

Keywords: Drought; Water Management; Tool; Water Balance; Planning.

RESUME

L'incidence accrue du risque de sécheresse lié à l'eau provoqué par le changement climatique est une menace pour l'agriculture mondiale. La protection de l'agriculture contre la sécheresse pour minimiser l'impact négatif est donc essentielle pour assurer la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance. La disponibilité de l'eau étant le principal facteur limitant de la croissance agricole, les interventions de Gestion de l'eau agricole (AWM) sont au cœur de la lutte contre la sécheresse. Les interventions de l'AWM sont spécifiques au contexte et à la situation et peuvent ou non fonctionner efficacement partout et avoir des coûts de mise en œuvre différents. Cela nécessite de l'identification des priorités et d'adapter les interventions au contexte local, sans laquelle l'efficience et l'efficacité potentielles des interventions mises en œuvre seront réduites.

La planification et l'identification des priorités des interventions de Gestion d'eau agricole (AWM) dans un bassin versant nécessitent une évaluation appropriée de la disponibilité et de la demande en eau. En outre, des informations sont nécessaires sur l'efficacité des différentes interventions de l'AWM pour atténuer la sécheresse car elles s'accompagnent de coûts et d'impacts économiques variables. Cependant, pour les micro et macro bassins versants où des projets de développement de bassins versants sont souvent prévus, ces informations sont souvent limitées ou manquantes. En outre, la plupart des outils et modèles actuellement disponibles sont à forte intensité de données et impliquent une expertise en la matière, ce qui les rend difficiles à utiliser par les praticiens et le personnel de terrain. Cette étude présente un outil simple et robuste de protection contre la sécheresse basé sur le bilan hydrique pour analyser l'impact de la sécheresse et aider à la prise de décision.

Les deux fonctions principales de cet outil de protection contre la sécheresse sont d'évaluer : (1) le bilan hydrique de la zone d'étude, et (2) l'impact des interventions de gestion de l'eau proposées sur la réalisation du niveau de protection contre la sécheresse. L'outil applique une approche de bilan hydrique mensuel pour équilibrer la disponibilité des ressources en eau et la demande en eau dans la zone d'étude. Plus de 20 interventions de gestion de l'eau couramment pratiquées ont été intégrées dans l'outil pour simuler leur impact sur la résistance à la sécheresse. L'outil a une interface simple et est modélisé dans un tableau Excel avec des exigences minimales en matière de données d'entrée pour les simplifications par les praticiens de terrain.

L'outil développé a été appliqué dans quatre bassins versants agricoles contrastés en Inde. Les résultats montrent que cet outil, bien qu'il nécessite des données et des paramètres limités, fonctionne bien pour simuler le bilan hydrique et l'impact de la sécheresse sur le rendement agricole des zones pluviales et irriguées. La simulation de scénarios d'interventions met en évidence la limitation de se concentrer uniquement sur les interventions structurelles du côté de l'offre ou de la demande, qui ne suffisent pas à résister aux sécheresses graves. Un important renforcement des capacités des partenaires de terrain dans ces quatre bassins versants a été entrepris. Les résultats du renforcement des capacités ont abouti à l'intégration

de l'outil de planification des bassins versants par les partenaires. Cela a remplacé l'approche souvent ad-hoc et empirique des interventions de planification. Le cadre et l'outil développés sont applicables et peuvent être utilisés à l'échelle mondiale pour planifier des interventions de gestion de l'eau.

Mots clés: Sécheresse; Gestion de l›eau; Outil; Bilan hydrique; Planification.

TOWARD THE DEVELOPMENT OF A WUE MODEL FOR SMALLHOLDER IRRIGATION SCHEMES IN GAUTENG PROVINCE, SOUTH AFRICA: CONDITION AND PERFORMANCE ASSESSMENT

VERS LE DEVELOPPEMENT D'UN MODELE DE L'EFFICACITE DE L'UTILISATION DE L'EAU (WUE) DANS LES PETITS SYSTEMES D'IRRIGATION DANS LA PROVINCE DE GAUTENG, AFRIQUE DU SUD : EVALUATION DE L'ETAT ET DES PERFORMANCES

Macdex Mutema[1], Khumbulani Dhavu[1], Manoshi Mothapo[1]

ABSTRACT

Agriculture consumes the bulk of national water demand in many countries. It accounts for 62% of the national water demand in South Africa with most of the water finding use in irrigated crop production. The South African agricultural sector wastes up to 45% of the water. On farm water losses associated with inefficient application processes are a significant part of the loss. Therefore, widespread adoption of modern water saving irrigation technologies constitutes a part of solutions to reduce water losses in agriculture. Agri-Parks in Gauteng Province of South Africa are smallholder irrigation schemes that are equipped with drip and micro-jet systems. However, their water use performance remains unknown. Therefore, a study was done on a selected few of them; namely Rooiwal, Soshanguve, Tarlton and Westonaria, during March-April 2021. The study objective was to evaluate the condition and performance of the water supply line and infield system. The broad aim was to generate data for use in developing a model for predicting water use efficiency (WUE) on smallholder irrigation schemes in the province. Scoring and analysis of visual indicators was used to evaluate condition; while performance was evaluated by measuring water flow and emitter discharge along the supply lines and infield system, respectively. The results showed significant deterioration of the infrastructure with condition indices (CI) ranging 4.56-5.48. The CI meant that use of the infrastructure could continue but rehabilitation has to happen within 5-10 years. The corresponding performance level varied from poor to acceptable quality with indices (PI) in the range of 61-78% and 60-95% for conveyance and distribution efficiency, respectively. The high variation in PI suggested that other factors, in addition to condition, had significant effects on conveyance efficiency and distribution uniformity. These results paved the way for a model that will predict WUE levels at Agri-Parks and similar smallholder irrigation schemes. Nevertheless, further research covering more Agri-Parks over a longer period is still needed for more conclusive results because performance varies spatially (from one Agri-Park to another) and temporally (due to e.g., deterioration). An investigation into the impact of non-physical factors (e.g., land tenure and governance) is also important.

Keywords: Agri-Parks; Condition indices; Performance evaluation; Irrigation water management.

RESUME

L'agriculture consomme l'essentiel de la demande nationale en eau dans de nombreux pays. Il représente 62% de la demande nationale en eau de l'Afrique du Sud, la partie majeure de l'eau étant utilisée dans la production de cultures irriguées. Le secteur agricole sud-africain gaspille jusqu'à 45% de l'eau. Les pertes d'eau à la ferme associées aux processus

1 mutemam@arc.agric.za

d'application inefficaces représentent une partie importante de la perte. Par conséquent, l'adoption généralisée de technologies d'irrigation modernes économes en eau fait partie des solutions visant à réduire les pertes d'eau dans l'agriculture. Les Parcs agricoles de la province de Gauteng en Afrique du Sud sont de petits périmètres irrigués équipés de systèmes goutte-à-goutte et micro-jets. Cependant, leurs performances d'utilisation de l'eau restent inconnues. Par conséquent, une étude a été réalisée sur quelques-uns d'entre eux, à savoir Rooiwal, Soshanguve, Tarlton et Westonaria, en mars-avril 2021. L'étude visait à évaluer l'état et les performances de la conduite d'alimentation en eau et du système sur le terrain. L'objectif général était de générer des données à utiliser dans le développement d'un modèle pour prédire l'Efficacité de l'utilisation de l'eau (WUE) dans les petits systèmes d'irrigation de la province. Les points et l'analyse des indicateurs visuels ont été utilisées pour évaluer l'état; tandis que les performances ont été évaluées en mesurant le débit d'eau et le débit de buse individuelle le long des conduites d'alimentation et du système sur le terrain, respectivement. Les résultats ont montré une détérioration significative de l'infrastructure avec des Indices d'état (IC) allant de 4,56 à 5,48. L'IC signifiait que l'utilisation de l'infrastructure pouvait se poursuivre mais que la réhabilitation devait avoir lieu d'ici 5 à 10 ans. Le niveau de performance correspondant variait de qualité médiocre à acceptable avec des indices (PI) compris entre 61-78% et 60-95% pour l'efficacité du transport et de la distribution, respectivement. La forte variation de l'IP suggérait que d'autres facteurs, en plus de l'état, exerçaient des effets significatifs sur l'efficacité du transport et l'uniformité de la distribution. Ces résultats ont donné lieu à un modèle qui prédira les niveaux de WUE dans les Parcs agricoles et les petits systèmes d'irrigation similaires. Néanmoins, des recherches supplémentaires couvrant davantage des Parcs agricoles sur une période plus longue sont encore nécessaires pour obtenir des résultats plus concluants, car les performances varient dans l'espace (d'un Parc agricole à l'autre) et dans le temps (en raison, par exemple, d'une détérioration). Une enquête est également importante à mener sur l'impact des facteurs non physiques (par exemple, le régime foncier et la gouvernance).

Mots clés : Parcs agricoles; Indices d'état; Évaluation des performances; Gestion de l'eau d'irrigation.

RESERVOIR OPERATION POLICY MAKING AND OPERATION OPTIMIZATION RESPONSIVE TO HYDROLOGICAL DROUGHTS AND RESILIENCE IN AGRICULTURAL AND POTABLE WATER SUPPLY

ÉLABORATION D'UNE POLITIQUE D'EXPLOITATION DES RÉSERVOIRS ET OPTIMISATION DE LEUR FONCTIONNEMENT EN FONCTION DES SÉCHERESSES HYDROLOGIQUES ET DE LA RÉSILIENCE DANS L'APPROVISIONNEMENT EN EAU AGRICOLE ET POTABLE

Onen, Mustafa Onur [1], Vrugt, Jasper[2],[3]

ABSTRACT

The derivation and implementation of effective water resource management policies are of key importance for long-term sustainable water management, especially in water stressed regions facing increasing water demands and variable climatic conditions. In such studies water managers or policy makers often face the challenge of how to meet conflicting operational objectives while honouring water rights privileges, contractual agreements and institutional limitations. This necessitates the use of optimization analysis to help determine the most productive modus operandi. In this study, we couple numerical simulation with single objective optimization to determine the most productive reservoir operation policy for a reservoir located in the western part of Turkey having agricultural and potable water supply objectives with a recently increased potable water demand. This policy is selected among a large set of reservoir operation policies that each account for hydrological drought conditions and reservoir resilience. While setting up the model, a parameterization of the operational policies of the reservoir is carried out using a drought severity index of annual inflow values classified into 5 different water year classes from very wet to very dry throughout the monthly reservoir inflow record of 41 years. The resilience of the water supply system against the droughts provided by the reservoir is attributed to the volume of stored water in the reservoir and is allocated to the respective parameterization by dividing active storage of the reservoir into 3 equal parts. As a result, for each parameterization we can now divide potable water supply in a given water year in a total of 15 different levels so as to suitably adjust the annual supply demand ratios within the simulation period. The numerical model assesses the performance of the model parameters with regard to the objective function defined as the average annual potable water supply volume to be maximized. The model is then coupled with the Differential Evolution (DE) algorithm and used to derive the global optimum solution of parameter set that constitute the best reservoir operation policy.

The optimal solution represents globally optimal solution for potable water supply volumes. This solution is compared with the one obtained from conventional firm yield reservoir operation policy. The results of our study demonstrate that the adoption of reservoir operation policies that are responsive to hydrological droughts coupled with reservoir resilience and their optimization mitigate the risk of failure in reliable supply of increased demands in a given year and reduce the average annual overflow through spillway relative to the conventional policies. Our results also imply that the explicit recognition of hydrological droughts and water supply system resilience in reservoir operation optimization will aid

1 State Hydraulic Works of Turkey (DSİ), Anadolu Blv. 5/1, Çankaya, Ankara, Turkey, monen@uci.edu

2 Department of Civil and Environmental Engineering, University of California Irvine, 4130 Engineering Gateway, Irvine, CA, 92697-2175, United States, jasper@uci.edu

3 Department of Earth System Science, University of California Irvine, Irvine, CA, United States

reservoir managers and decision makers to better cope with unforeseen hydrological events and help remediate the consequences of using inadequate future water demand projections.

Keywords : Adaptive Water Management; Drought Management; Irrigation; Potable Water Supply; Reservoir Operation; Numerical Modeling; Decision Making.

RESUME

L'élaboration et la mise en œuvre de politiques efficaces concernant la gestion des ressources en eau portent une importance principale pour la gestion durable de l'eau à long terme, en particulier dans les régions connaissant le stress hydrique confrontées à des demandes en eau croissantes et à des conditions climatiques variables. Dans de telles études, les gestionnaires de l'eau ou les décideurs sont souvent confrontés au défi de savoir comment atteindre des objectifs opérationnels contradictoires tout en respectant les privilèges des droits à l'eau, les accords contractuels et les limites institutionnelles. Cela nécessite l'utilisation d'une analyse d'optimisation pour aider à déterminer le modus operandi le plus productif. Dans cette étude, nous ajoutons la simulation numérique avec l'optimisation à objectif unique pour déterminer la politique d'exploitation de réservoir la plus productive d'un réservoir situé dans la partie occidentale de la Turquie pour satisfaire les objectifs agricoles et d'approvisionnement en eau potable avec une demande en eau potable récemment augmentée. Cette politique est retenue parmi un large ensemble de politiques d'exploitation des réservoirs qui tiennent chacune compte des conditions de sécheresse hydrologique et de la résilience des réservoirs. Lors de la mise en place du modèle, le paramétrage des politiques d'exploitation du réservoir est effectué à l'aide d'un indice de sévérité de la sécheresse des valeurs d'apport annuel catégorisées en 5 classes d'années d'eau différentes de très humide à très sec tout au long de l'enregistrement d'apport mensuel du réservoir de 41 ans. La résilience du système d'approvisionnement en eau contre les sécheresses fournies par le réservoir est attribuée au volume d'eau stockée dans le réservoir et est attribuée au paramétrage respectif en divisant le stockage actif du réservoir en 3 parties égales. En conséquence, pour chaque paramétrage, nous pouvons maintenant diviser l'approvisionnement en eau potable d'une année hydrologique donnée en un total de 15 niveaux différents afin d'ajuster convenablement les taux annuels d'approvisionnement et de demande dans la période de simulation. Le modèle numérique évalue la performance des paramètres du modèle au regard de la fonction objectif définie comme le volume annuel moyen d'approvisionnement en eau potable à maximiser. Le modèle est ensuite associé à l'algorithme à évolution différentielle (DE) et utilisé pour dériver la solution optimale globale de l'ensemble de paramètres qui constitue la meilleure politique d'exploitation du réservoir. La solution représente la solution optimale au niveau global pour les volumes d'approvisionnement en eau potable. Cette solution est comparée à celle obtenue à partir de la politique conventionnelle d'exploitation des réservoirs à rendement stable. Les résultats de notre étude démontrent que l'adoption de politiques d'exploitation des réservoirs qui répondent aux sécheresses hydrologiques ainsi qu'à la résilience des réservoirs et leur optimisation atténuent le risque d'échec dans l'approvisionnement fiable des demandes accrues au cours d'une année donnée et réduisent le débordement annuel moyen par rapport au déversoir relatif aux politiques conventionnelles. Nos résultats impliquent également que la reconnaissance explicite des sécheresses hydrologiques et de la résilience du système d'approvisionnement en eau dans l'optimisation de l'exploitation des réservoirs aidera les gestionnaires de réservoirs et les décideurs à mieux faire face aux événements hydrologiques imprévus et à remédier aux conséquences de l'utilisation de projections inadéquates de la demande en eau future.

Mots clés : Gestion adaptative de l'eau; Gestion de la sécheresse; Irrigation; Approvisionnement en eau potable; Exploitation du réservoir; Modélisation numérique; Prise de décision.

USING REMOTE SENSING INFORMATION FOR IRRIGATION BENCHMARKING

UTILISATION DES INFORMATIONS DE TÉLÉDÉTECTION POUR L'ÉVALUATION COMPARATIVE DE L'IRRIGATION

Zitian Gao[1], Danlu Guo[2], Dongryeol Ryu[3], Andrew W. Western[4]

ABSTRACT

The rising price and reduced availability of irrigation water in many places around the world urges optimized irrigation practices to save water while increasing crop productivity. Benchmarking is a useful tool to compare the efficacy of different irrigation practices, to identify more efficient water use and to enhance the adoption of proven technology. Irrigation benchmarking involves estimating some performance indicators to quantify the efficiency of irrigation water use, which allows for fair comparison across fields and farms. However, irrigation benchmarking requires extensive amounts of data on weather, crop, soil and irrigation management, which makes the availability and quality of these data a key to its reliability. It is a challenge to collect data that requires substantial resources with traditional methods. This research aims to develop an automatic and transferable data control framework for irrigation benchmarking a) to improve the availability and quality of input data for the irrigation benchmarking system and b) to improve the estimation of input accuracy using multiple sources of information.

This research focuses on the Coleambally Irrigation District (New South Wales, Australia) as a case study. We considered multiple sources of information, including remote sensing (RS) and farm surveys, to construct an input dataset for irrigation benchmarking. Farmer-reported survey data which include farm-level crop types and cropping areas were provided by the Coleambally Irrigation Co-operative Limited (CICL).

A comprehensive quality assessment suggested potential errors in the survey data. To deal with this issue, we implemented various statistical and RS techniques to improve the data quality. To obtain better estimates of irrigated crop areas, we applied an image segmentation algorithm to very-high-resolution satellite images (3-m GSD) to delineate cropping field boundaries. Then a Random Forest-based classification scheme was applied to multispectral satellite imagery to map irrigated cropping fields. The classified irrigated field maps and survey-based crop information were integrated to select crop samples which were used to train a crop type classification model using the Random Forest algorithm. The crop types identified can be used together with local climatic conditions to estimate crop water use (i.e., crop evapo-transpiration) for individual fields, farms and the entire district. In this way, we can use remote-sensing information to develop an input dataset for irrigation benchmarking.

The remaining work for developing this data control system is to develop a stochastic data assimilation framework to best combine information from the survey and satellite data, aiming

1 PhD candidate, Department of Infrastructure Engineering, The University of Melbourne, Parkville, VIC Australia, email: zitiang@student.unimelb.edu.au.

2 Research Fellow, Department of Infrastructure Engineering, The University of Melbourne, Parkville, VIC Australia, email: danlu.guo@unimelb.edu.au

3 Associate Professor, Department of Infrastructure Engineering, The University of Melbourne, Parkville, VIC Australia, email: dryu@unimelb.edu.au

4 Head of Infrastructure Engineering, Department of Infrastructure Engineering, The University of Melbourne, Parkville, VIC Australia, email: a.western@unimelb.edu.au

to reduce both bias and uncertainty in the key indicators estimated for benchmarking purpose. Once established, this data control system is transferable globally to a) supplement data-scarce situations and b) check and improve the quality of data from other sources such as farm surveys. Applications of this system will lead to substantial improvements in the data quality for irrigation benchmarking. The improved data will better support irrigation decision making such as irrigation timing and amount. In collaboration with our partner, Rubicon Water, our final research outcomes will contribute to the development of Rubicon's mobile water ordering portal Mobile App, which will benefit farmers within key irrigation districts across Australia and worldwide.

Keywords : Benchmarking, Irrigation, field boundary, irrigated field classification, crop type classification, crop water requirement.

RESUME

L'augmentation des prix et la disponibilité limitée de l'eau d'irrigation dans de nombreuses régions du monde encourage l'optimisation des pratiques d'irrigation pour économiser l'eau tout en augmentant la productivité agricole. L'analyse comparative est un outil utile pour comparer l'efficacité de différentes pratiques d'irrigation, pour identifier une utilisation plus efficace de l'eau et pour améliorer l'adoption des technologies confirmées. L'analyse comparative de l'irrigation implique l'estimation de certains indicateurs de performance pour quantifier l'efficacité de l'utilisation de l'eau d'irrigation, ce qui permet une comparaison équitable des champs et des exploitations. Cependant, l'analyse comparative de l'irrigation nécessite de grandes quantités de données sur la météorologie, les cultures, les sols et la gestion de l'irrigation, ce qui fait de la disponibilité et de la qualité de ces données une clé de sa fiabilité. C'est un défi de collecter des données qui nécessite des ressources importantes avec des méthodes traditionnelles. Cette recherche vise à développer un cadre de contrôle automatique et réutilisable des données pour l'analyse comparative de l'irrigation (a) pour améliorer la disponibilité et la qualité des données d'entrée pour le système d'analyse comparative de l'irrigation et (b) pour améliorer l'estimation de la précision des entrées en utilisant plusieurs sources d'informations.

En tant qu'étude de cas, cette recherche met l'accent sur le district d'irrigation de Coleambally (Nouvelle-Galles du Sud, Australie). Nous avons tenu compte de plusieurs sources d'information, y compris la Télédétection (RS) et les enquêtes agricoles pour établir un ensemble de données d'entrée pour l'analyse comparative de l'irrigation. Les données d'enquête déclarées par les agriculteurs, qui incluent les types de cultures au niveau de l'exploitation et les zones de culture, ont été fournies par la Coleambally Irrigation Co-operative Limited (CICL).

Une évaluation complète de la qualité a proposé des erreurs potentielles dans les données de l'enquête. Pour faire face à ce problème, nous avons mis en œuvre diverses techniques statistiques et de la Télédétection (RS) pour améliorer la qualité des données. Pour obtenir de meilleures estimations des superficies cultivées irriguées, nous avons appliqué un algorithme de segmentation d'image à des images satellites à très haute résolution (3-m GSD) pour délimiter les limites des champs cultivés. Ensuite, un projet de classification basé sur Random Forest a été appliqué à l'imagerie satellitaire multispectrale pour cartographier les champs de culture irrigués. Les cartes classées des champs irrigués et les informations sur les cultures basées sur l'enquête ont été intégrées pour sélectionner des échantillons de cultures qui ont été utilisés pour former un modèle de classification des types de cultures à l›aide de l›algorithme Random Forest. Les types de cultures identifiés peuvent être utilisés avec les conditions climatiques locales pour estimer l'utilisation de l'eau agricole (c'est-à-dire

l'évapotranspiration d'un couvert) pour les champs individuels, les fermes et l'ensemble du district. De cette manière, nous pouvons utiliser les informations relatives à la télédétection pour développer un ensemble de données d›entrée pour l›analyse comparative de l›irrigation. Le travail restant de développer ce système de contrôle des données comporte le développement d'un cadre d'assimilation de données stochastiques pour combiner au mieux les informations de l'enquête et les données satellitaires, afin de réduire à la fois le biais et l'incertitude dans les indicateurs clés estimés à des fins d'analyse comparative. Une fois établi, ce système de contrôle des données est réutilisable à l'échelle mondiale pour (a) compléter les situations de pénurie de données et (b) vérifier et améliorer la qualité des données provenant d'autres sources telles que les enquêtes agricoles. Les applications de ce système conduiront à des améliorations substantielles de la qualité des données pour l'analyse comparative de l'irrigation. Les données améliorées soutiendront mieux la prise de décision en matière d'irrigation, comme l'heure et la quantité d'irrigation. En collaboration avec notre partenaire, Rubicon Water, les résultats finaux de nos recherches contribueront au développement du portail mobile de commande d'eau de Rubicon Mobile App, qui profitera aux agriculteurs des principaux districts d'irrigation en Australie et du monde.

Mots-clés : Analyse comparative; Irrigation; Limite de champ; Classification des champs irrigués; Classification des types de cultures; Besoins en eau des cultures.

IMPACT OF AGRICULTURAL SOIL DEGRADATION ON WATER AND FOOD SECURITY

IMPACT DE LA DÉGRADATION DES SOLS AGRICOLES SUR L'EAU ET LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Ahmed Elshaikh [a1,*], Ismail Karaoui [b], Jamal Mabrouki [c], Lubna Bouhachlaf [c] and Mohamed Wahba [d]

ABSTRACT

Irrigation is the main component in food production systems; however, it led to significant changes in water supply and land use patterns, where the inappropriate soil and water management caused substantial environmental problems. The mismanagement practice led to soil degradation (such as salinity and nutrient transportation), which in turn caused an increase in water demand and a decrease in land productivity. In order to balance this situation, chemical fertilizers were used extensively to increase crops yield and excessive irrigation water is used to decrease soil salinity. Nevertheless, the use of chemical inputs resulted in salts buildup, and the tendency to apply excess water for irrigation created a water logging problem. Moreover, regarding the increasing water demand, the excess irrigation water puts more pressure on the available water resources, especially in water scarcity regions. To emerge from this vicious cycle, it is extremely important to adopt strategies and techniques that ensure soil sustainability. This includes improving soil and water management practices, such as adopting proper crop rotation, enhancing soil drainage, improving irrigation efficiencies, using crops suitable with climate, and capacity building for farmers.

Keywords: Soil degradation; Irrigation management; Productivity.

RESUME

L'irrigation est la principale composante des systèmes de production alimentaire; cependant, cela a entraîné des changements importants dans l'approvisionnement en eau et les modes d'utilisation des terres, où la gestion inappropriée des sols et de l'eau a causé d'importants problèmes environnementaux. La mauvaise gestion a mené à une dégradation des sols (telle que la salinité et le transport des éléments nutritifs), qui à son tour a entraîné une augmentation de la demande en eau et une diminution de la productivité des terres. Afin d'équilibrer cette situation, les engrais chimiques ont été largement utilisés pour augmenter le rendement agricole et une quantité excessive d'eau d'irrigation est utilisée pour réduire la salinité du sol. Néanmoins, l'utilisation d'intrants chimiques a entraîné une accumulation de sels et la pratique d'appliquer l'excès d'eau pour l'irrigation a créé un problème d'engorgement. De plus, en ce qui concerne l'augmentation de la demande en eau, l'excès d'eau d'irrigation exerce une pression accrue sur les ressources en eau disponibles, en particulier dans les régions à pénurie d'eau. Pour sortir de ce cercle vicieux, il est extrêmement important d'adopter des stratégies et des techniques qui assurent la durabilité des sols. Cela comprend l'amélioration des pratiques de gestion des sols et de l'eau, telles que l'adoption d'une bonne rotation des cultures, l'amélioration du drainage des sols, l'amélioration de l'efficacité de l'irrigation, l'utilisation de cultures adaptées au climat et le renforcement des capacités des agriculteurs.

Mots clés : Dégradation des sols; Gestion de l›irrigation; Productivité.

1 [a] Water Research Center, Faculty of Engineering, University of Khartoum, Sudan; [b] Sultan Moulay Slimane University, Faculty of Sciences and Technologies Beni Mellal, Morocco; [c] Laboratory of Spectroscopy, Molecular Modeling, Materials, Nanomaterials, Water and Environment, CERNE2D, Mohammed V University in Rabat, Faculty of Science, Morocco; [d] Drainage Research Institute, NWRC, MWRI-Egypt; * Corresponding author (e-mail: ahmedhayaty@live.com)

SPATIO-TEMPORAL EVALUATION OF THE CRU GLOBAL GRIDDED DATASET ACCURACY IN LONG-TERM MONITORING OF POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION

L'ÉVALUATION SPATIO-TEMPORELLE DE LA PRÉCISION DES SÉRIES DE DONNÉS MISES EN RÉSEAU CRU POUR SUIVRE À LONG TERME L'ÉVAPORATION ET L'ÉVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLES

Behzad Navidi Nassaj and Narges Zohrabi[1]

ABSTRACT

Awareness of the potential evapo-transpiration (PET) is one of the most critical factors in determining the crop water requirement and developing water resource management programs for irrigation. Hydrological models are typically used for estimating the PET in the drainage basin scale. In this regard, the inaccessibility of long-term convenient temporal resolution datasets is one of the most important sources of uncertainty in the estimation of the PET. This study evaluated the performance of a global gridded dataset, namely, the Climatic Research Unit (CRU) in PET monitoring in one of the crucial basins of Iran, namely, the Karkheh River basin. In the Karkheh River basin, the livelihood of many people and local communities relies on agriculture. For this purpose, minimum and maximum temperature data from six synoptic stations in the basin were employed as reference data. The Hargreaves-Samani method was applied to estimate the amount of PET. In addition, correlation coefficient and Kling-Gupta Efficiency (KGE) performance criteria were used to evaluate the agreement and accuracy of CRU in PET estimation. The results indicated that CRU is appropriately capable of monitoring PET, representing a good performance with a correlation of >0.9 and KGE of >0.5. However, its monthly performance was unsteady so that the best performance and the lowest correlation were observed in November and July, respectively. The results of this study can provide the necessary knowledge regarding high-resolution CRU datasets in the research that requires PET data, and thus yield various added values for adopting effective management plans.

Keywords: Gridded dataset; Observed dataset; Evapotranspiration; Monitoring; Kharkhe river basin.

RÉSUMÉ

L'un des principaux facteurs pour déterminer le besoin en eau des cultures et l'élaboration des plans de gestion des ressources en eau pour l'irrigation, est l'estimation de l'évapotranspiration potentielle (ETP). En général les modèles hydrologiques sont utilisés pour estimer l'ETP à l'échelle du bassin versant. De ce point de vue, le manque d'accès à des jeux de données à long terme avec une résolution temporelle appropriée est l'un des sources d'incertitude les plus importantes pour estimer ETP. Dans cette étude on a évalué la performance des jeux de données maillées mondiales basés sur la jauge, notamment la CRU (Unité de recherche climatique), afin de suivre ETP. On a évalué ce sujet dans l'un des bassins les plus importants de l'Iran, le bassin de Karkheh où la partie majeure de la population et des communautés locales dépendent de l'agriculture pour leur subsistance. À cet effet, les données de températures minimale et maximale de 6 stations synoptiques du bassin ont été utilisées comme données de référence et l'ETP a été évalué par la méthode Hargreaves-Samani. En plus, on a utilisé les indicateurs de performance, le coefficient de corrélation et le

1 Department of Water Resources Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. nargeszohrabi@gmail.com (corresponding author)

coefficient de Kling-Gupta (KGE), pour évaluer la concordance et la précision des ensembles de données CRU dans l'estimation de l'ETP. Les résultats nous montrent que CRU a une bonne capacité pour surveiller l'ETP, si bien qu'avec la corrélation plus de 0.9 et KGE plus de 0.5 montre une bonne performance. Aussi bien que la meilleure performance était en novembre et la corrélation la plus faible était en juillet. Les résultats de cette étude peuvent fournir les connaissances nécessaires sur l'utilisation d'ensemble des données à haute clarté de CRU pour les recherches qui en ont besoin et ont beaucoup de valeur ajoutée pour créer des programmes de gestion efficace.

Mots clés : Ensemble de données maillées; Ensemble de données observées; Evapotranspiration; Surveillance; Bassin de la rivière Kharkhe.

ASSESSING CLIMATE CHANGE IMPACTS ON SURFACE WATER AVAILABILITY USING THE WEAP MODEL: A CASE STUDY OF THE BUFFALO RIVER CATCHMENT

ÉVALUATION DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA DISPONIBILITÉ DES EAUX DE SURFACE À L›AIDE DU MODÈLE WEAP : UNE ÉTUDE DE CAS DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE BUFFALO

MS NOSIPHO DLAMINI,[1] Dr Aidan Senzanje, and Prof. Tafadzwanashe Mabhaudhi

ABSTRACT

The Buffalo River catchment in KwaZulu-Natal receives an annual average precipitation (MAP) of 801.6 mm, with an area-weighted annual average runoff (MAR) of 89.7 mm. Hence, MAR/MAP is 11.2%, which is slightly above the country's average of 9%. The catchment is faced with increasing water demands and drought conditions, which gave rise to water shortages in recent years. This paper aims at studying the the Water-Energy-Food (WEF) nexus as a tool to assess the variations of surface water availability for the period 2020-2100 under climate change conditions.

Physical and hydrological data from 1990-2019 was used in the Water Evaluation and Planning (WEAP) model. Climate model output data from 2006-2099 was integrated into the model to project surface water availability variations under RCP 4.5 and 8.5 scenarios. The WEAP model's performance was assessed statistically using the normalized root-mean square error (nRMSE), Willmott's index of agreement (d) and percent bias (PBIAS). Study results indicates that Under climate change, increased MAP is projected, accompanied by amplified oscillations in surface water availability in the near future, with declines anticipated in the mid- and far future. Model performance was deemed satisfactory with nRMSE = 0.22, d = 0.96 and PBIAS = -22.31%. It is concluded that The Buffalo River catchment is a relatively high rainfall receiving area, yet it has limited storage capacity. However, significant proportions of water leaves via stream flow and evapo-transpiration under climate change. The WEF nexus approach exhibited potential to be further utilized in establishing effective and integrated water resource management strategies.

Keywords: Hydrological Modelling; Surface Water Availability; Buffalo River; WEAP Model; Water-Food nexus; Climate Change Impacts.

RESUME

Le bassin versant de la rivière Buffalo dans le KwaZulu-Natal reçoit des précipitations moyennes annuelles (MAP) de l'ordre de 801,6 mm, avec un ruissellement moyen annuel pondéré en fonction de la superficie (MAR) de 89,7 mm. Ainsi, le MAR/MAP est de 11,2 %, ce qui est légèrement supérieur à la moyenne nationale de 9%. Le bassin versant est confronté à des demandes en eau croissantes et à des conditions de sécheresse, qui ont entraîné des pénuries d'eau ces dernières années. Cet article vise à étudier le lien entre Eau-Énergie-Alimentation (WEF) comme un outil d'évaluation des variations de la disponibilité des eaux de surface pour la période 2020-2100 dans des conditions de changement climatique.

1 215044706@stu.ukzn.ac.za

Special Session

Les données physiques et hydrologiques obtenus de 1990 à 2019 ont été utilisées dans le Modèle d'évaluation et de planification de l'eau (WEAP). Les données de sortie du modèle climatique de 2006 à 2019 ont été intégrées au modèle pour projeter les variations de la disponibilité des eaux de surface selon les scénarios RCP 4.5 et 8.5. Les performances du modèle WEAP ont été évaluées statistiquement à l'aide de l'erreur moyenne quadratique (nRMSE), de l'indice d'accord de Willmott (d) et du pourcentage de biais (PBIAS). Les résultats de l'étude indiquent que dans le cadre du changement climatique, une augmentation de la MAP est prévue, accompagnée d'oscillations amplifiées de la disponibilité des eaux de surface dans un avenir proche, avec des déclins prévus dans un avenir moyen et lointain. La performance du modèle a été jugée satisfaisante avec nRMSE = 0,22, d = 0,96 et PBIAS = -22,31 %. En conclusion, il est constaté que le bassin versant de la rivière Buffalo est une zone de réception de précipitations relativement élevées, mais qu'il a une capacité de stockage limitée. Cependant, des proportions importantes d'eau s'échappent en raison du débit des cours d'eau et de l'évapotranspiration sous l'effet du changement climatique. L'approche du lien WEF a montré un potentiel d'utilisation supplémentaire en établissant des stratégies efficaces et intégrées de la gestion des ressources en eau.

Mots clés : Modélisation hydrologique; Disponibilité des eaux de surface; Rivière Buffalo; Modèle WEAP; Lien entre eau-énergie-alimentation; Impacts du changement climatique.

SDG MISSION: SOLAR-POWERED RAIN-PORT (MINI) SPRINKLER IRRIGATION SYSTEM FOR THE SMALL SIZE FARMS

MISSION DU OBJECTIF DU DEVELOPPEMENT DURABLE (ODD): SYSTÈME D'IRRIGATION PAR ASPERSION (MINI) ALIMENTÉ PAR L'ÉNERGIE SOLAIRE POUR LES PETITES EXPLOITATIONS AGRICOLES

Dilip Yewalekar[1], and Manisha Kinge[2]

ABSTRACT

Glasgow, 10th Nov 2021, The UNEP, and India signed an agreement on climate change and committed to achieving the target of SDG 6.3, and water conservation, energy conservation, environmental protection, and green energy are the task to achieve. Agriculture is the world's largest consumer of water and power. To minimize the consumption of water and power in agriculture, a solar-powered Rain-port (Mini-Sprinkler) plays an important role. Although solar-powered micro-irrigation system is not a new subject in the world, many countries have already started implementing solar-powered micro-irrigation systems and working successfully for small to large farms. A method of irrigation whereby water is applied in small but frequent quantities, in such a way as to maintain the most active part of the crop root zone at quasi-optimum moisture. The Irrigation nozzle lines, close to the crop rows, distribute water either through sheaths, porous or perforated, plastic pipes of small diameters & thickness fitted with tiny outlets parts called drippers or spray nozzles (mini sprinklers).

There are 500 million (FAO smallholder farm fact sheet 2012 & Jane Nelson, Bill Gates, World Food Prize Speech, Des Moines, IA October 15, 2009) smallholder farms in the world, mainly concentrated in Asia (India, Nepal, China, Bangladesh, etc.), Africa (Kenya, Rwanda, etc.), and Latin America supporting almost 2 billion people and contributing in economy & employment generation directly–indirectly in those countries. Some of the Corporates and shopping malls are encouraging small size farms to be a part of their value chain, by providing agro-inputs like Seeds, Fertilizers, Pesticides, Irrigation, and Machinery to receive a stable supply of quality produce. While focusing on stable supply, on other hand, it has been observed smallholders are facing problems of a shortage of electrical power, water & advanced technology to produce good quality yield. Sourcing water and electrical power are too expensive and not easily accessible for small growers. Jain Irrigation Systems Ltd has innovated affordable advanced technology, 'Solar-Powered Rain-port (Mini) Sprinkler System' to overcome the problem of power and simulation of rain to irrigate the crops in the limited available water. This paper focuses on the use of 'Solar Powered Rain-port (Mini) Sprinkler Irrigation' for small-size farms with techno-commercial aspects and a comparative study of electrical power, diesel, and solar power. Under the solar-powered Rain-port Sprinkler System, water savings and power-saving are observed, able to meet the certain conditions of SDG.

Keywords: Solar Powered Rain-port; Mini Sprinkler; Seeds; Fertilizers; Pesticides; Irrigation; Machinery.

RESUME

A Glasgow, 10 novembre 2021, le PNUE et l'Inde ont signé un accord en ce qui concerne le changement climatique et se sont engagés à atteindre l'objectif de l'ODD 6.3. La conservation

1 .yewalekar.dilip@jains.com, 2.kinge.manisha@jains.com. Jain Irrigation Systems Ltd, PB 72, Jalgaon 425001 Maharashtra, India.

de l'eau, la conservation de l'énergie, la protection de l'environnement et l'énergie verte sont les tâches à accomplir. L'agriculture est le plus gros consommateur d'eau et d'électricité au monde. Pour minimiser la consommation d'eau et d'électricité dans l'agriculture, un port de pluie à énergie solaire (mini-asperseur) joue un rôle important. Bien que le système de micro-irrigation à énergie solaire ne soit pas un sujet nouveau dans le monde, de nombreux pays ont déjà commencé à mettre en œuvre des systèmes de micro-irrigation à énergie solaire qui travaillent avec succès dans les petites et grandes exploitations. C'est une méthode d'irrigation par laquelle l'eau est appliquée en petites quantités mais fréquemment, de manière à maintenir la partie la plus active de la zone racinaire de la culture à une humidité quasi optimale. Les rampes fixes d'irrigation, à proximité des rangs de culture, distribuent l'eau soit à travers des gaines, poreuses ou perforées, des tuyaux en plastique de petits diamètres et épaisseurs équipés de minuscules pièces d'exutoire appelées goutteurs ou rampes de pulvérisation (mini-asperseur).

Il y a 500 millions (FAO smallholder farm fact sheet 2012 & Jane Nelson, Bill Gates, World Food Prize Speech, Des Moines, IA 15 octobre 2009) de petites exploitations agricoles dans le monde, principalement concentrées en Asie (Inde, Népal, Chine, Bangladesh , etc.), en Afrique (Kenya, Rwanda, etc.) et en Amérique latine soutenant près de 2 milliards de personnes et contribuant à l'économie et à la création d'emplois directement et indirectement dans ces pays. Certaines entreprises et centres commerciaux encouragent les petites exploitations agricoles à faire partie de leur chaîne de valeur, en fournissant des intrants agricoles tels que des graines, des engrais, des pesticides, de l'irrigation et des machines pour recevoir un approvisionnement stable en produits de qualité. Tout en se concentrant sur un approvisionnement stable, d'autre part, il a été observé que les petits exploitants sont confrontés à des problèmes de pénurie d'électricité, d'eau et de technologies avancées pour produire un rendement de bonne qualité. L'approvisionnement en eau et en électricité est trop cher et difficilement accessible aux petits producteurs. Jain Irrigation Systems Ltd a innové une technologie de pointe abordable, le «système d'aspersion à port de pluie (mini) à énergie solaire» pour surmonter le problème de l'alimentation et de la simulation de la pluie pour irriguer les cultures dans les conditions de la disponibilité limitée de l'eau. Cet article se concentre sur l'utilisation de «l'irrigation par aspersion à port de pluie (mini) à énergie solaire» par les petites exploitations agricoles avec des aspects technico-commerciaux et une étude comparative de l'énergie électrique, du diesel et de l'énergie solaire. Dans le cadre du système d'aspersion à port de pluie à énergie solaire, des économies d'eau et d'énergie sont observées, capables de répondre à certaines conditions d'ODD.

Mots-clés : Port de pluie à énergie solaire; Mini asperseur; Graines; Engrais; Pesticides; Irrigation; Machines.

WATER LEVEL ESTIMATION IN AGRICULTURAL OPEN CHANNEL USING CCTV IMAGE SEGMENTATION

ESTIMATION DU NIVEAU D'EAU DANS UN CANAL OUVERT AGRICOLE À L'AIDE DE LA SEGMENTATION D'IMAGES CCTV

Kwihoon Kim*[1], Maga Kim*, Pureun Yoon*, Jehong Bang*, and Jin-Yong Choi**

ABSTRACT

A better understanding of the current consumption is required for the efficient use of agricultural water. Though ultrasonic water level gauges measure water level data in agricultural reservoirs and water channels, some errors occur due to the ultrasonic meter or the surrounding environment. Meanwhile, CV (Computer Vision) using CCTV (Closed Circuit Television) images are being spotlighted in many research fields with the progressive advances in computing technology. The objective of this study is to estimate water level in the agricultural water channels using CCTV images with CNN (Convolution Neural Network) based models. CNN is a neural network designed considering the characteristics of images and is mainly used for image processing. Image processing using CNN is used in various fields and is excellent for segmenting images. Among the various image segmentation models, the ResNet-50 based U-Net model was applied for the image segmentation. This study used CCTV images acquired in the irrigation canal of agricultural reservoirs in the Republic of Korea. The images acquired from 10 different sites were applied for the model constitution. A total 7,228 number of images were used for the model. 70% of total data were used for the training, 10% for validation, and 20% for testing. This study applied several data augmentation techniques for robust modeling when training the model. The model`s performance was evaluated using the f1 score and the dice score. This study can help estimate the water level in agricultural channels for an auxiliary method of ultrasonic equipment in the irrigation canal.

Keywords : Water level estimation; CCTV image; CNN image segmentation.

RESUME

Il est nécessaire d'avoir une meilleure compréhension de la consommation actuelle pour une utilisation efficace de l'eau agricole. Bien que les jauges de niveau d'eau à ultrasons mesurent les données de niveau d'eau dans les réservoirs agricoles et les canaux d'eau, certaines erreurs se produisent en raison du compteur à ultrasons ou du milieu environnant**.** Parallèlement, la vision par ordinateur (Computer Vision) utilisant des images télévision en circuit fermé (Closed Circuit Television-CCTV) est mise en lumière dans de nombreux domaines de recherche avec les avances progressives de la technologie informatique. Cette étude a pour but d'estimer le niveau d'eau dans les canaux d'eau agricoles à l'aide d'images CCTV avec des modèles basés sur le Réseau neuronal de convolution (CNN). Le CNN est un réseau de neurones conçu en tenant compte des caractéristiques des images et est principalement utilisé pour le traitement d'images. Le traitement d'images à l'aide de CNN est utilisé dans divers domaines et est excellent pour segmenter les images.

1 *Department of Rural System Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea

** Professor, Department of Rural System Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea, E-mail: iamchoi@snu.ac.kr

Special Session

Parmi les différents modèles de segmentation d'image, le modèle U-Net basé sur ResNet-50 a été appliqué pour la segmentation d'image. Cette étude a utilisé des images CCTV acquises dans le canal d'irrigation des réservoirs agricoles en République de Corée. Les images acquises à partir de 10 sites différents ont été appliquées pour la composition du modèle. En tout, 7 228 images ont été utilisées pour le modèle. 70% des données totales ont été utilisées pour la formation, 10% pour la validation et 20% pour les tests. Cette étude a appliqué plusieurs techniques d'augmentation de données pour une modélisation robuste lors de la formation du modèle. Les performances du modèle ont été évaluées à l'aide du score f1 et du score aux dés. Cette étude peut aider à estimer le niveau d'eau dans les canaux agricoles pour une méthode auxiliaire d'équipement à ultrasons dans le canal d'irrigation.

Mots clés : Estimation du niveau d'eau; Image CCTV; Segmentation d'images CNN.

CONFLICT BETWEEN RICE CULTIVATION AND WATER USE UNDER CHANGING CLIMATE

CONFLIT ENTRE LA CULTURE DU RIZ ET L'UTILISATION DE L'EAU DANS LE CADRE D'UN CLIMAT CHANGEANT

Takada Asari[1], Yoshida Takeo[2], Ishigooka Yasushi[3], Maruyama Atsushi[4], and Kudo Ryoji[5]

ABSTRACT

Agriculture is particularly vulnerable to climate change. In Japan, the heatwave of 2010 substantially reduced the quality of rice, particularly "first-grade" rice. A major cause for the effect on first-grade rice was the production of white immature kernels induced by high temperatures during the ripening period. Shifting of the transplanting date is a feasible adaptation measure to avoid quality degradation; however, this may alter water availability during the irrigation period. This is especially true for Japan where approximately 90% of irrigation depends on surface water (i.e., river streams), which exhibits high seasonal variations and may change with a changing climate. This case study was conducted to examine whether adaptation to climate change in one criterion (rice quality) conflicts with another criterion (water availability) in the Shinano River watershed. This area was selected because: (1) extensive paddy irrigation has been implemented in the area, (2) rice quality degradation due to high temperature has occurred, and (3) it is a typical snowy area under warm-winter conditions.

Two process-based models for rice growth and water resources were used in this study. The rice growth model simulates rice phenology and yield. The quality was estimated with a heat-dose index, which is determined by the accumulated sum of positive differences in daily mean temperature from 26 °C for 20 days after the heading date. The yield of high-quality rice was evaluated by combining simulated yield and heat-dose data. The hydrological model evaluates daily streamflow at 1-day intervals with a 1-km spatial resolution. It incorporates anthropogenic processes (i.e., reservoir operation and diversion and return flow processes for irrigated rice paddies), allowing accurate simulation during low-flow. The drought risk for each irrigation period was evaluated by accumulating the streamflow that should fulfill the minimum required flow at the reference gauging station of the watershed. Two criteria—yield of high-quality rice and drought risk—under two climate scenarios (RCP 2.6 and RCP 8.5) for the 2031–2050 period with historical (1981–2000) simulations were compared using a general circulation model (HadGEM2-ES). To evaluate how the adaptation measure for rice quality influences the drought risk, the transplanting date was shifted in the simulations from the current transplanting date to 70 days earlier and later at 7-day intervals.

The results obtained using the crop growth model showed that the average yield of high-quality rice decreased 0.32- and 0.32-times with the current transplanting date under RCP 2.6 and RCP 8.5, respectively. To ensure the maximum yield of high-quality rice under RCP 2.6 and RCP 8.5, the transplanting date had to be delayed by +70 and +63 days, respectively. The maximum accumulated drought flow increased 5.99-times under RCP 2.6 and decreased by 0 under RCP8.5, compared with the historical simulation with the current transplanting date. It increased 7.5- and 7.3-times under RCP 2.6 and RCP 8.5, respectively, when the adaptative delay (i.e., +70 and +63 days) in transplanting dates was applied. The results indicate a trade-off between these two important criterions for rice cultivation in the Shinano River watershed. An integrated assessment of water resources and rice yield/quality is needed to examine these

1 Researcher, Institute for Rural Engineering, NARO, Japan. Email: takadaa117@affrc.go.jp
2 Principal Scientist, Institute for Rural Engineering, NARO, Japan.
3 Senior Principal Scientist, Hokkaido Agricultural Research Center, NARO, Japan.
4 Principal Scientist, Institute for Agro-Environmental Sciences, NARO, Japan.
5 Associate Professor, Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University, Japan.

conflicting effects, which could exacerbate the risk for one criterion when an adaption measure for another is implemented.

Keywords : Drought Analysis; Rice Quality; Transplanting Date.

RESUME

L'agriculture est particulièrement vulnérable au changement climatique. Au Japon, la vague de chaleur de 2010 a considérablement réduit la qualité du riz, en particulier du riz de «première qualité». Une cause principale de l'effet sur le riz de première qualité était la production de grains blancs immatures induite par des températures élevées pendant la période de maturation. Le changement de la date de repiquage est une mesure d'adaptation faisable pour éviter la dégradation de la qualité; cependant, cela peut modifier la disponibilité de l'eau pendant la période d'irrigation. Cela est particulièrement vrai pour le Japon où environ 90% de l'irrigation dépend des eaux de surface (c'est-à-dire des cours d'eau), qui présentent de fortes variations saisonnières et peuvent modifier avec le changement climatique. Cette étude de cas a été menée pour étudier si l'adaptation au changement climatique pour un critère (qualité du riz) est en conflit avec d'autre critère (disponibilité de l eau) dans le bassin versant de la rivière Shinano. Cette zone a été retenue parce que : (1) une irrigation extensive du paddy a été mise en œuvre dans la zone, (2) une dégradation de la qualité du riz due à des températures élevées s'est produite, et (3) il s'agit d'une zone enneigée typique dans des conditions hivernales chaudes.

Deux modèles basés sur les processus pour la croissance du riz et les ressources en eau ont été utilisés dans cette étude. Le modèle de croissance du riz simule la phénologie et le rendement du riz. La qualité a été estimée avec un indice de dose de chaleur, qui est déterminé par la somme cumulée des différences positives de température moyenne journalière à partir de 26°C pendant 20 jours après la date d'épiaison. Le rendement en riz de haute qualité a été évalué en combinant les données de rendement simulé et de dose de chaleur. Le modèle hydrologique évalue le débit journalier à des intervalles d'un jour avec une résolution spatiale de 1 km. Il intègre les processus anthropogéniques (c'est-à-dire l'exploitation des réservoirs et les processus de dérivation et de débit récupéré des rizières irriguées), ce qui permet une simulation précise en période d'étiage. Le risque de sécheresse dans chaque période d'irrigation a été évalué en accumulant le débit qui doit atteindre le débit minimum requis à la station de jaugeage de référence du bassin versant. Deux critères - rendement de riz de haute qualité et risque de sécheresse - sous deux scénarios climatiques (RCP 2.6 et RCP 8.5) pour la période 2031-2050 avec des simulations historiques (1981-2000) ont été comparés à l'aide d'un modèle de circulation générale (HadGEM2-ES). Pour évaluer l'influence de la mesure d'adaptation de la qualité du riz sur le risque de sécheresse, la date de repiquage a été décalée dans les simulations de la date de repiquage actuelle à 70 jours plus tôt et plus tard à intervalles de 7 jours.

Les résultats obtenus en utilisant le modèle de croissance des cultures ont montré que le rendement moyen du riz de haute qualité a diminué de 0,32- et 0,32- fois avec la date de repiquage actuelle sous RCP 2.6 et RCP 8.5, respectivement. Pour assurer le rendement maximum de riz de haute qualité sous RCP 2.6 et RCP 8.5, la date de repiquage a dû être retardée de +70 et +63 jours, respectivement. Le débit maximal de sécheresse accumulée a augmenté de 5,99 fois sous RCP 2,6 et a diminué de 0 sous RCP8,5, par rapport à la simulation historique avec la date de repiquage actuelle. Il a été multiplié par 7,5- et 7,3- sous RCP 2,6 et RCP 8,5, respectivement, lorsque le délai adaptatif (c'est-à-dire +70 et +63 jours) des dates de repiquage a été appliqué. Les résultats indiquent un compromis entre ces deux critères importants pour la culture du riz dans le bassin versant de la rivière Shinano. Une évaluation intégrée des ressources en eau et du rendement/de la qualité du riz est nécessaire pour examiner ces effets contradictoires, qui pourraient exacerber le risque pour un critère lorsqu'une mesure d'adaptation pour un autre est mise en œuvre.

Mots clés : Analyse de la sécheresse; Qualité du riz; Date de repiquage.

WATER USE OPTIMIZING IN RICE-GROWING AGRO-RECLAMATION COMPLEXES OF THE LOWER KUBAN: THEORETICAL APPROACHES

OPTIMISATION DE L'UTILISATION DE L'EAU DANS LES COMPLEXES DE LA REMISE EN VALEUR DES TERRES GRICOLES RIZICOLES DU BAS KUBAN : APPROCHES THÉORIQUES

Dr. Buber Alina[1], Dr. Dobrachev Yuri[2] and Ratkovich Evgenii[3]

ABSTRACT

Calculation technology developed on water resources management of the Lower Kuban basin with agricultural lands reclamation in frequent low-water conditions.

The objective of this research is to study the irrigation systems that are hydraulically connected to a large specialized agricultural complex for rice production, located in the lower part of the Kuban River basin and experiencing an acute shortage of water resources in the last decade. Water distribution in the Kuban River basin is ensured by the operation of a system of hydraulic structures located in the riverbed, tributaries and main canals. A system of distribution canals, water intake structures and pumping stations ensures the intake and transportation of water to agricultural enterprises. The main problems of rational use of water resources in the basin are associated with exceeding the maximum permissible withdrawal, administrative disunity in the operation of water industry facilities, lack of a reliable monitoring system and methodological documentation, regulating water management and other water use activities.

The climate change in recent years leads to a frequent low-water conditions and acute water deficit for all water users. In the article water balance model of the Kalininsky branch is described. Calculations based on evapo-transpiration values from developed agrocoenosis dynamic models. Developed water balance models used for water resources management analysis on rice irrigation systems and justify the actions for their effective application in agricultural enterprises.

Keywords: Agrocoenosis dynamic models; Water resources management; Rice irrigation systems; Kuban River; Water scarcity.

RESUME

La technologie de calcul est développée sur la gestion des ressources en eau du bassin du Bas-Kuban avec la remise en valeur des terres agricoles dans des conditions de basses eaux fréquentes.

Cette recherche vise à étudier les systèmes d'irrigation reliés de manière hydraulique à un grand complexe agricole spécialisé pour la production de riz, situé dans la partie inférieure du bassin fluvial de Kouban connaissant une pénurie aiguë des ressources en eau au

1 Senior researcher, All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, Russia, buberalina@gmail.com

2 Chief researcher, All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, Russia, dobrachev@yandex.ru

3 Junior researcher, All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamatio named after A.N. Kostyakov, Russia, piromantum@gmail.com

Special Session

cours de la dernière décennie. La distribution de l'eau dans le bassin fluvial de Kouban est assurée par l'exploitation d'un système d'ouvrages hydrauliques situés dans le lit du fleuve, les affluents et les canaux principaux. Un système de canaux de distribution, d'ouvrages de prise d'eau et de stations de pompage assure la prise d'eau et le transport de l'eau vers les entreprises agricoles. Les principaux problèmes d'utilisation rationnelle des ressources en eau dans le bassin sont liés au dépassement du prélèvement maximal autorisé, à la désunion administrative dans le fonctionnement des installations de l'industrie de l'eau, à l'absence d'un système de surveillance fiable et d'une documentation méthodologique, à la réglementation de la gestion de l'eau et d'autres activités d'utilisation de l'eau.

Le changement climatique de ces dernières années conduit à des conditions d'étiage fréquents et à un déficit hydrique aigu pour tous les usagers de l'eau. Dans l'article, le modèle de bilan hydrique du canal Kalininsky est décrit. Les calculs sont basés sur les valeurs d'évapotranspiration des modèles dynamiques d'agrocoenose développés. Les modèles de bilan hydrique développés sont utilisés pour l›analyse de la gestion des ressources en eau sur les systèmes d›irrigation du riz et justifient les actions pour leur application effective dans les entreprises agricoles.

Mots-clés : Modèles dynamiques d'agrocoenose; Gestion des ressources en eau; Systèmes d'irrigation du riz; Fleuve Kouban; Pénurie d'eau.

DROUGHT RISK ASSESSMENT IN IRRIGATED AGRICULTURE WITH CLIMATE CHANGE

ÉVALUATION DES RISQUES DE SÉCHERESSE DANS L'AGRICULTURE IRRIGUÉE DANS LES CONDITIONS DE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Dissanayake Mudiyanselage Thushara Sanjeewa Dissanayake[1]

ABSTRACT

Mahaweli River accounts for 24% of the total water resources in Sri Lanka and the basin consists of 90,000 ha of irrigated agriculture. Being in the dry zone, Mahaweli lower basin is at risk to periodic droughts. This study analysed drought risks using SWAT rainfall-runoff model and WEAP water allocation model based on current and future climatic conditions and projected basin developments by 2040. For assessing future climatic conditions 10 GCM/RCP combinations were considered in order to get combined effect of both rainfall and temperature. Hence, three climate scenarios "pessimistic", "average" and "optimistic" were selected owing to uncertainty. According to the economic assessment annual average damage from drought is USD 10.7 million for present day climate. The highest loss of USD 14.3 million is reported under pessimistic climate scenario with present basin conditions. Therefore, investments in drought mitigation are required for this basin to increase resilience.

Keywords: Mahaweli Basin; Irrigated Agriculture; Climate Change; Drought Risk Assessment.

RÉSUMÉ

La rivière Mahaweli représente 24% des ressources en eau totales au Sri Lanka et le bassin comprend 90 000 ha d'agriculture irriguée. Faisant partie de la zone sèche, le bassin inférieur de Mahaweli est menacé de sécheresses périodiques. Cette étude a analysé les risques de sécheresse à l'aide du modèle SWAT pluie-débit et du modèle d'allocation de l'eau WEAP basé sur les conditions climatiques actuelles et futures et les développements projetés du bassin d'ici 2040. Pour évaluer les conditions climatiques futures, 10 combinaisons GCM/RCP ont été envisagées afin d'obtenir l'effet combiné des précipitations et température. Ainsi, trois scénarios climatiques « pessimiste», «moyen» et «optimiste» ont été sélectionnés en raison de l'incertitude. Selon l'évaluation économique, les dommages annuels moyens dus à la sécheresse sont de l'ordre de 10,7 millions USD pour le climat actuel. La perte la plus élevée de 14,3 millions USD est rapportée dans le scénario climatique pessimiste dans les conditions actuelles du bassin. Par conséquent, des investissements sont nécessaires pour l'atténuation de la sécheresse dans ce bassin afin d'augmenter la résilience.

Mots clés : Bassin Mahaweli; Agriculture irriguée; Changement climatique; Evaluation du risque de la sécheresse.

Special Session

1 Chief Engineer, Irrigation Department, 230, Bauddhaloka Mawatha, Colombo 07, Sri Lanka. E-mail: dmtsdissa@yahoo.com

KEY CONTRIBUTORS TO UNCERTAINTIES IN IRRIGATION SCHEDULING

LES PRINCIPAUX FACTEURS D'INCERTITUDE DANS LA PROGRAMMATION DE L'IRRIGATION

Danlu Guo[1], Arash Parehkar[1], Dongryeol Ryu[1] and Andrew Western[1]

ABSTRACT

Irrigation water is an expensive and limited resource. Previous studies show that irrigation scheduling can boost efficiency by 20-60%, while improving the water productivity by at least 10%. A key aspect of irrigation scheduling is accurate estimation of crop water use and soil water status, which often require modelling with good information on soil, crop, climate and field management. However, this input information is often highly uncertain. Our study aims to obtain a comprehensive understanding of uncertainties in irrigation scheduling that arise from individual model inputs, from which identifying the key contributor of uncertainty.

To achieve this, we used a global sensitivity analysis to assess the relative importance of the uncertainty in each model input to the total uncertainty in output. This analysis focused on the modelled irrigation scheduling (summarized with irrigation amount per day during an irrigation cycle) with a single-bucket soil water balance model following the Food and Agriculture Organisation (FAO). The key input variables required by the model include weather data, crop parameters (i.e., crop coefficient and root depth), soil parameters (plant available water capacity) and management factors (depletion factor).

To define the uncertainty in each model input, we first performed a comprehensive literature review to summarize the key sources of uncertainty in estimating each of these model inputs, and the expected range of uncertainty in the data of each input. Based on these uncertainty ranges, we ran the global sensitivity analysis with the soil water scheduling model. In this analysis, a large number of random samples were drawn for each input variable within its expected range of uncertainty, to produce ensemble simulations of soil water status and thus irrigation scheduling decisions. The total uncertainty in these scheduling decisions were then analysed with respect to that of each input variable, to establish the relative importance of the uncertainty in individual input variables. The sensitivity analysis was performed at 14 climatically different locations in main irrigation districts across Australia to provide a comprehensive understanding of sensitivity.

Our results highlight the crop coefficient as the most important contributor to the total uncertainty in irrigation scheduling simulation, across different climate zones in Australia. The uncertainty in crop coefficient can be potentially reduced by better representation of its spatial and temporal variation, as well as considering alternative approaches such as remote sensing estimates. Our findings are useful to inform the future direction of research to improve irrigation scheduling in Australia. Further, our modelling approach is transferable to other irrigation regions to better understand the uncertainties associated with irrigation scheduling and the key data sources that lead to these uncertainties.

Keywords: Irrigation scheduling; Soil water balance; Sensitivity analysis.

1 Department of Infrastructure Engineering, The University of Melbourne, Parkville, VIC Australia, Danlu.guo@unimelb.edu.au

RESUME

L'eau d'irrigation est une ressource coûteuse et limitée. Des études antérieures montrent que la programmation de l'irrigation peut augmenter l'efficacité de 20 à 60%, tout en améliorant la productivité de l'eau d'au moins 10%. Un aspect clé de la programmation de l'irrigation est l'estimation précise de l'utilisation de l'eau par les cultures et de l'état de l'eau du sol, qui nécessitent souvent une modélisation ayant de bonnes informations sur le sol, les cultures, le climat et la gestion des champs. Cependant, ces informations sur les entrées sont souvent très incertaines. Notre étude vise à obtenir une compréhension globale des incertitudes dans la programmation de l'irrigation qui découlent des entrées individuelles du modèle, à partir desquelles il faut identifier le principal contributeur de l'incertitude.

Pour y parvenir, nous avons utilisé une analyse de sensibilité globale pour évaluer l'importance relative de l'incertitude dans chaque entrée du modèle par rapport à l'incertitude totale dans la sortie. Cette analyse s'est concentrée sur la programmation d'irrigation modélisée (résumé par la quantité d'irrigation par jour pendant un cycle d'irrigation) avec un modèle de bilan hydrique du sol à un seul godet suivant l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Les principales variables d'entrée requises par le modèle comprennent les données météorologiques, les paramètres de culture (c'est-à-dire le coefficient de culture et la profondeur des racines), les paramètres du sol (capacité en eau disponible de la plante) et les facteurs de gestion (facteur d'épuisement).

Pour définir l'incertitude dans chaque entrée du modèle, nous avons d'abord effectué une revue complète de la littérature pour résumer les principales sources d'incertitude dans l'estimation de chacune de ces entrées du modèle, et la gamme d'incertitude attendue dans les données de chaque entrée. Sur la base de ces gammes d'incertitude, nous avons effectué l'analyse de sensibilité globale avec le modèle de la programmation de l'eau du sol. Dans cette analyse, un grand nombre d'échantillons aléatoires ont été tirés pour chaque variable d'entrée dans sa gamme d'incertitude prévue, afin de produire des simulations d'ensemble de l'état de l'eau du sol et donc des décisions de la programmation de l'irrigation. L'incertitude totale de ces décisions de programmation a ensuite été analysée par rapport à celle de chaque variable d'entrée, afin d'établir l'importance relative de l'incertitude dans les variables d'entrée individuelles. L'analyse de sensibilité a été réalisée à 14 endroits différents sur le plan climatique dans les principaux districts d'irrigation à travers l'Australie pour fournir une compréhension complète de la sensibilité.

Nos résultats mettent en évidence le coefficient de culture comme le contributeur le plus important à l'incertitude totale dans la simulation de la programmation de l'irrigation, dans différentes zones climatiques en Australie. L'incertitude du coefficient de culture peut être potentiellement réduite par une meilleure représentation de sa variation spatiale et temporelle, ainsi que par l'examen d'approches alternatives telles que les estimations par télédétection. Nos résultats sont utiles pour éclairer l'orientation future de la recherche visant à améliorer la programmation de l'irrigation en Australie. De plus, notre approche de modélisation est réutilisable par d'autres régions d'irrigation pour mieux comprendre les incertitudes associées à la programmation de l'irrigation et les principales sources de données qui conduisent à ces incertitudes.

Mots clés : Programmation de l'irrigation; Bilan hydrique du sol; Analyse de sensibilité.

ASSESSMENT OF DROUGHT VULNERABILITY BASED ON THE SOIL WATER BALANCE

ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ À LA SÉCHERESSE BASÉE SUR LE BILAN HYDRIQUE DU SOL

Jeon, Min-Gi[1], and Nam, Won-Ho[2]

ABSTRACT

Recently, the frequency and damage of natural disasters such as droughts, torrential rains, and typhoons are increasing due to climate change, and in particular, as rainfall patterns change, the importance of upland drought and damage is increasing. In the case of rice paddies in South Korea, a system for receiving water from irrigation facilities such as agricultural reservoirs and pumping stations has been established, while irrigation upland equipped with water supply facilities account for only 18.5% of the nation's upland area. Upland crops rely on natural rainfall and lack the ability to respond to drought damage, so it is necessary to identify areas vulnerable to upland drought. In the case of various drought information currently provided, there is a limitation in responding to upland drought because no analysis has been conducted considering the characteristics of crops and the actual cultivation period. Soil moisture and precipitation are evaluated as factors that greatly affect the growth of upland crops, and in the case of the Rural Development Administration's soil moisture observation network, soil moisture sensors are installed and operated at 168 locations nationwide at 10cm. In the case of weather observation networks, Korea Meteorological Administration (KMA) collects weather data from 102 stations of the Automated Synoptic Observation System (ASOS) and 510 stations of the Automated Weather Station (AWS). In this study, soil moisture and weather data collected from the Rural Development Administration's soil moisture observation network and the Korea Meteorological Administration's general meteorological observatory were used, and irrigation facility information such as groundwater data and public observation was collected. The collected data were applied to the upland drought vulnerability evaluation index to analyse the upland drought vulnerability at the administrative district level.

Keywords : Drought; Soil Water Balance; Soil moisture; Vulnerability; Upland Crops.

RESUME

Récemment, la fréquence et les dégâts causés par des catastrophes naturelles telles que les sécheresses, les pluies torrentielles et les typhons augmentent en raison du changement climatique, et en particulier, à mesure que les caractéristiques de précipitations changent, l'importance de la sécheresse et des dégâts dans les hautes terres augmente. Dans le cas des rizières en Corée du Sud, un système de réception de l'eau des installations d'irrigation telles que les réservoirs agricoles et les stations de pompage a été mis en place, tandis que les hautes terres d'irrigation équipées d'installations d'approvisionnement en eau ne représentent que 18,5% de la superficie des hautes terres du pays. Les cultures des hautes terres dépendent des précipitations naturelles et n'ont pas la capacité de réagir aux dommages causés par la sécheresse. Il est donc nécessaire d'identifier les zones vulnérables à la sécheresse des

1 Ph.D Student, Integrated Systems Engineering, Hankyong National University, Anseong, Republic of Korea, mingi.jeon@hknu.ac.kr.

2 Associate Professor, School of Social Safety and Systems Engineering, Institute of Agricultural Environmental Science, National Agricultural Water Research Center, Hankyong National University, Anseong, Republic of Korea, wonho.nam@hknu.ac.kr.

hautes terres. Dans le cas des diverses informations sur la sécheresse actuellement fournies, il y a une limitation dans la réponse à la sécheresse des hautes terres car aucune analyse n'a été menée en tenant compte des caractéristiques des cultures et de la période de culture réelle. L'humidité du sol et les précipitations sont évaluées comme des facteurs qui affectent grandement la croissance des cultures de montagne, et dans le cas du réseau d'observation de l'humidité du sol de l'Administration du développement rural, des capteurs d'humidité du sol sont installés et exploités à 168 emplacements dans tout le pays à 10 cm. Dans le cas des réseaux d'observation météorologique, l'Administration météorologique coréenne (KMA) collecte les données météorologiques de 102 stations du Système d'observation synoptique automatisé (ASOS) et de 510 stations de la Station météorologique automatisée (AWS). Dans cette étude, les données sur l'humidité du sol et les conditions météorologiques recueillies auprès du réseau d'observation de l'humidité du sol de l'Administration du développement rural et de l'observatoire météorologique général de l'Administration météorologique de Corée ont été utilisées, et des informations sur les installations d'irrigation telles que les données sur les eaux souterraines et l'observation publique ont été recueillies. Les données recueillies ont été appliquées à l'indice d'évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse des hautes terres pour analyser la vulnérabilité à la sécheresse des hautes terres au niveau du district administratif.

Mots clés : Sécheresse; Bilan hydrique du sol; Humidité du sol; Vulnérabilité; Cultures des hautes terres.

ASSESSING WATER QUALITY BY DEVELOPING A MODELING TOOL FOR IRRIGATION WATER SUPPLY AND RELATING ITS POLLUTION CONTROL STRATEGY

ÉVALUER LA QUALITÉ DE L›EAU EN DÉVELOPPANT UN OUTIL DE MODÉLISATION DE L›APPROVISIONNEMENT EN EAU D›IRRIGATION ET EN METTANT EN RELATION SA STRATÉGIE DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION

Tsu-Chuan Lee [1]

ABSTRACT

The paper presents the results of the monitoring data from the Keelung River, including data on water quality and flow, and proposes a water quality index and the water quality improvement strategies for an impaired segment of the Keelung River. For the last 5 years, the River Pollution Index (RPI) has indicated a moderate level of pollution for the Taipei city segment of the Keelung River. The percentages achieved for four general items have been as follows: dissolved oxygen (DO) (55.6~73.0%), biochemical oxygen demand (BOD) (87.7~91.0%), ammonia–nitrogen (6.2~17.6%), and suspended solids (SS) (90.5~96.4%). The data showed that the Keelung River between the Dajhih Bridge and the Bialin Bridge is the main impaired segment. DO depression of the Keelung River has become one of the greatest problems in terms of water quality. In order to address this problem, the water quality analysis simulation program (WASP) was used to evaluate BOD control alternatives at the Keelung River. The BOD loading generated from the catchments was estimated to be 5,702 kg/day, including 2,383 kg/day from point sources, 1,929 kg/day from discharge of the separate municipal storm sewer systems, and 935 kg/day from nonpoint sources (NPS). The objective of the BOD total maximum daily loads (TMDLs) established in this paper is to ensure that the minimum BOD concentration of 5 mg/ L is maintained throughout the impaired segment of the Bialin Bridge in the Keelung River. The results showed that the BOD must be reduced from the hot-spot catchments of Jianguo, Xinsheng, and Jiantan to ensure the critical water quality is attained.

Keywords : Stream; TMDL; Water Quality Modelling; River Pollution Index.

RESUME

Le document présente les résultats des données de surveillance de la rivière Keelung, y compris des données sur la qualité et le débit de l'eau, et propose un indice de qualité de l'eau et des stratégies pour améliorer la qualité de l'eau d'un tronçon altéré de la rivière Keelung. Au cours des 5 dernières années, l'Indice de pollution des rivières (RPI) a indiqué un niveau de pollution modéré du tronçon de la ville de Taipei de la rivière Keelung. Les pourcentages atteints pour quatre éléments généraux ont été les suivants : oxygène dissous (DO) (55,6~73,0%), demande biochimique en oxygène (BOD) (87,7~91,0%), ammoniac-azote (6,2~17,6%), et solides en suspension (SS) (90,5~96,4%). Les données ont montré que la rivière Keelung entre le pont Dajhih et le pont Bialin est le principal tronçon altéré. La dépression de l'oxygène dissous (DO) de la rivière Keelung est devenue l'un des plus grands problèmes en termes de qualité de l'eau. Afin de résoudre ce problème, le Programme de simulation d'analyse de la qualité de l'eau (WASP) a été utilisé pour évaluer les alternatives de contrôle de la

1 Taiwan International Institute for Water Education, Taipei 106, Taiwan. Email: tsuchuan.tiiwe@gmail.com; Tel.: +886-2-2364-6439

demande biochimique en oxygène (DBO) de la rivière Keelung. La charge de la demande biochimique en oxygène (DBO) générée par les bassins versants a été estimée à 5 702 kg/jour, dont 2 383 kg/jour provenant de sources ponctuelles, 1 929 kg/jour provenant du rejet des systèmes d'égouts pluviaux municipaux séparés et 935 kg/jour provenant de sources non ponctuelles (NPS). L'objectif des charges quotidiennes maximales totales (TMDL) de DBO établies dans cet article est d'assurer que la concentration minimale de DBO de 5 mg/L est maintenue dans tout le tronçon altéré du pont Bialin de la rivière Keelung. Les résultats ont montré que la DBO doit être réduite à partir des bassins versants des points chauds de Jianguo, Xinsheng et Jiantan pour garantir que la qualité critique de l'eau est atteinte.

Mots-clés : Courant; TMDL; Modélisation de la qualité de l'eau; Indice de pollution des rivières.

DROUGHT STUDIES IN KALA OYA BASIN, SRI LANKA

ÉTUDES SUR LA SÉCHERESSE DANS LE BASSIN DE KALA OYA, SRI LANKA

A.D.S. Iresh[1]

ABSTRACT

Kala Oya basin is the third largest basin in Sri Lanka. The basin receives an average annual rainfall of about 1192 mm and the mean annual potential evapo-transpiration is about 1514 mm. Major part of the basin is within the dry zone and only 3% of the basin area is in the intermediate zone, where the river emanates in central mountains. Drought is a common feature of the climate in the Kala Oya basin. Drought in this region had occurred mainly due to erratic behaviour of monsoon, especially due to long breaks in monsoon, high-intensity shorter duration rain etc. In this study, seasonal and annual rainfall departures have been calculated using 15 rainfall stations for the period of 1960 to 2018. Seasonal and annual rainfall departure analysis indicates a seasonal and annual rainfall deficiency during a drought year. The analysis showed that the departure of annual rainfall follows the trend of seasonal rainfall indicating that the drought events in basin are largely governed by the monsoon seasonal rainfall. The average frequency of basin drought does not follow a clear frequency pattern. Then probability distribution analysis has been carried out considering long term (i.e., 59 years) records for 15 stations. The standardised precipitation index (SPI) represents a statistical z-score or the number of standard deviations (Following Gamma probability distribution transformation to normal distribution). SPI has been applied in basin to quantify annual and seasonal precipitation deficit anomalies on multiple time scale. The estimated values of SPI demarcate precipitation events over a specified period into surplus (heavy precipitation). The analysis revealed that the drought condition in the area is dominantly driven by the total rainfall during the period from September to December. Monthly departure values indicated that May, Jun, July, August, and September months are the dry months of basin. Whereas, 2nd inter monsoon and northeast monsoon heavy rainfall was received in October, November, December, January and February. The average wet days in the basin were about 136 days. The average SPI results confirmed that the drought condition in the basin was “nearly normal”(-0.99<SPI<0.99). The probability of obtaining “nearly normal” results for the fifteen rain gauge stations was 53%. Similarly, almost all rain gauging stations show a declining trend, which is an indication that drought may occur more frequently in the future.

Keywords: Kala Oya, Drought, Rainfall departures, SPI.

RESUME

Le bassin de Kala Oya est le troisième plus grand bassin du Sri Lanka. Le bassin reçoit une précipitation annuelle moyenne d’environ 1192 mm et l’évapotranspiration potentielle annuelle moyenne d’environ 1514 mm. La partie majeure du bassin se trouve dans la zone sèche et seulement 3% de la superficie du bassin se trouve dans la zone intermédiaire, où le fleuve prend sa source dans les montagnes centrales. La sécheresse est une caractéristique commune du climat dans le bassin de Kala Oya. La sécheresse dans cette région s’est produite principalement en raison du comportement erratique de la mousson, en particulier en raison de longues interruptions de la mousson, de pluies de courte durée à haute intensité, etc. Dans

1 Senior Irrigation Engineer, Hydrology and Disaster Management Division, Irrigation Department, Sri Lanka. shahikairesh@gmail.com

cette étude, le manque de précipitations saisonnières et annuelles a été calculé à l'aide de 15 stations pluviométriques pour la période de 1960 à 2018. L'analyse de manque de précipitations saisonnières et annuelles indique un déficit pluviométrique saisonnier et annuel pendant une année de sécheresse. L'analyse a montré que le manque de précipitations annuelles suit la tendance des précipitations saisonnières indiquant que les événements de sécheresse dans le bassin sont largement régis par les précipitations saisonnières de la mousson. La fréquence moyenne de la sécheresse du bassin ne suit pas un modèle de fréquence clair. Ensuite, une analyse de distribution de probabilité a été effectuée en tenant compte des enregistrements à long terme (c'est-à-dire 59 ans) des 15 stations. L'Indice de précipitation standardisé (SPI) représente un z-score statistique ou le nombre d'écarts-types (suite à la transformation de la distribution de probabilité Gamma en distribution normale). Le SPI a été appliqué dans le bassin pour quantifier les anomalies de déficit de précipitations annuelles et saisonnières sur plusieurs échelles de temps. Les valeurs estimées de SPI délimitent les événements de précipitations sur une période spécifiée en surplus (fortes précipitations). L'analyse a révélé que les conditions de sécheresse dans la région sont principalement dues aux précipitations totales pendant la période de septembre à décembre. Les valeurs mensuelles de manque indiquent que les mois de mai, juin, juillet, août et septembre sont les mois secs du bassin. Alors que, la 2ème pluie abondante entre la mousson et la mousson du nord-est a été reçue en octobre, novembre, décembre, janvier et février. La moyenne des jours humides dans le bassin était d'environ 136 jours. Les résultats moyens du SPI ont confirmé que les conditions de sécheresse dans le bassin étaient «presque normales» (-0,99<SPI<0,99). La probabilité d'obtenir des résultats «presque normaux» pour les quinze stations pluviométriques était de 53%. De même, presque toutes les stations pluviométriques montrent une tendance à la baisse, ce qui indique que la sécheresse pourrait être plus fréquente à l'avenir.

Mots clés : Kala Oya; Sécheresse, Manque de précipitation; SPI.

FLOOD PLAINS ZONING FOR LOWER KELANI RIVER BASIN TO REDUCE FLOOD DAMAGE TO AGRICULTURE

ZONAGE DES PLAINES D'INONDATION DU BASSIN INFERIEUR DE LA RIVIÈRE KELANI POUR RÉDUIRE LES DOMMAGES CAUSÉS PAR LES INONDATIONS À L'AGRICULTURE

A.D.S. Iresh[1]

ABSTRACT

Flood risk mapping and floodplain zoning are emerging as effective tools to reduce flood damage. However, for a developing country like Sri Lanka, the methodologies for flood plain mapping need to be developed, learned, and mastered. Hence, this study is intended to develop a method for flood plain zoning, mapping, and showing its use in the lower Kelani river basin. Initially, at-site Flood Frequency Analysis was conducted for the Hanwella river gauge, Annual peak flood series using the Probability weighted moment-based L-moment method for assessment of flood quantiles. The log-normal distribution was selected as an adequately fitted distribution to the Hanwella gauge, using L-moment diagram method. The river strip from Hanwella gauging station to the mouth of the sea was used for flood plain zoning using the MIKE 11 Nedbor-Afstromnings Model (NAM) and MIKE 11 Hydrodynamic (HD) model. Initially, the MIKE 11 Rainfall-Runoff (RR) NAM model calibrated and validated using the observed rainfall and discharge data. The Hanwella river basin was utilised for NAM model calibration and validation. Calibration and validation Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) results were 0.766 and 0.607, respectively. NAM model parameter sensitivity analysis was conducted during model parameter calibration. Maximum water content in lower zone/root storage (Lmax), Overland flow coefficient (CQOF), Groundwater recharge threshold (TG) and Timing constant for overland flow and interflow (CK12) model parameters have been found as the most sensitive parameters for RR model simulation. Subsequently, the integrated MIKE 11 NAM and HD models were calibrated and validated for the Glencorse to Hanwella river belt. The MIKE 11 HD model was calibrated from Glencorse to the Hanwella river belt with a Manning roughness coefficient of 0.02. NSE results for the NAM and HD models associated with the Mike-Zero platform were 0.917 and 0.871, respectively. Calibrated NAM and HD models associated with the Mike-Zero platform were then simulated using the estimated return period floods (10, 25, and 50 years) at Hanwella gauge station to generate flood inundation maps. Finally, flood plain zone maps were developed for 10, 25, and 50 year return periods for the lower Kelani river basin. These maps can be utilised to restrict Paddy farming during monsoons, considering the long-term flood forecast.

Keywords: Flood plain zone; Frequency analysis; NAM model; HD model.

RESUME

La cartographie des risques d'inondation et le zonage des plaines inondables apparaissent comme des outils efficaces pour réduire les dommages causés par les inondations. Cependant, pour un pays en développement comme le Sri Lanka, les méthodologies de cartographie des plaines inondables doivent être développées, apprises et maîtrisées. Par conséquent, cette étude vise à développer une méthode de zonage des plaines inondables, de cartographie et de démonstration de son utilisation dans le bassin inférieur de la rivière

1 Senior Irrigation Engineer, Hydrology and Disaster Management Division, Irrigation Department, Sri Lanka. shahikairesh@gmail.com

Kelani. Initialement, une analyse de la fréquence des crues sur site a été effectuée pour le limnimètre de la rivière Hanwella, la série de crues annuelles de pointe en utilisant la méthode du moment L basé sur le moment pondéré par la probabilité pour l'évaluation des quantiles de crue. La distribution log-normale a été retenue comme une distribution adéquatement ajustée au limnimètre de Hanwella, en utilisant la méthode du diagramme L-moment. La bande fluviale de la station de jaugeage de Hanwella à l'embouchure de la mer a été utilisée pour le zonage des plaines inondables à l'aide des modèles MIKE 11 Nedbor-Afstromnings Model (NAM) et MIKE 11 Hydrodynamic (HD). Initialement, le modèle NAM MIKE 11 Rainfall-Runoff (RR) a été calibré et validé à l'aide des données de précipitations et de débit observées. Le bassin de la rivière Hanwella a été utilisé pour l›étalonnage et la validation du modèle NAM. Les résultats d›étalonnage et de validation de l›efficacité de Nash-Sutcliffe (NSE) étaient de 0,766 et 0,607, respectivement. L'analyse de sensibilité des paramètres du modèle NAM a été effectuée pendant l'étalonnage des paramètres du modèle. La teneur maximale en eau dans la zone inférieure/stockage racinaire (Lmax), le coefficient d'écoulement de surface (CQOF), le seuil de recharge des eaux souterraines (TG) et la constante de temps pour les paramètres du modèle d'écoulement de surface et d'écoulement retardé (CK12) ont été trouvés comme les paramètres les plus sensibles du modèle RR simulation. Par la suite, les modèles intégrés MIKE 11 NAM et HD ont été calibrés et validés pour la ceinture fluviale de Glencorse à Hanwella. Le modèle MIKE 11 HD a été calibré de Glencorse à la ceinture fluviale de Hanwella avec un coefficient de rugosité de Manning de 0,02. Les résultats NSE pour les modèles NAM et HD associés à la plate-forme Mike-Zero étaient de 0,917 et 0,871, respectivement. Des modèles NAM et HD calibrés associés à la plate-forme Mike-Zero ont ensuite été simulés à l'aide des crues de période de retour estimées (10, 25 et 50 ans) à la station de jaugeage de Hanwella pour générer des cartes des inondations. Enfin, des cartes des zones inondables ont été élaborées pour des périodes de retour de 10, 25 et 50 ans pour le bassin inférieur de la rivière Kelani. Ces cartes peuvent être utilisées pour limiter la riziculture pendant les moussons, compte tenu des prévisions d'inondation à long terme.

Mots clés : Zone de plaine inondable; Analyse de fréquence; Modèle NAM; Modèle HD.

MODEL EVALUATION OF FLOOD CONTROL EFFECTS OF "PRIOR RELEASE" FROM AGRICULTURAL RESERVOIRS IN JAPAN

ÉVALUATION PAR MODÈLE DES EFFETS DE LA «LIBÉRATION PRÉALABLE» DES RÉSERVOIRS AGRICOLES SUR LA LUTTE CONTRE LES INONDATIONS AU JAPON

Seiya Aihara[1] and Takeo Yoshida[1]

ABSTRACT

Climate change has caused an increase in the frequency of heavy rainfall and subsequent severe flooding in various regions across Japan. As the importance of flood control has increased, the practice of "prior release" from agricultural reservoirs, which began in 2020, is designed to release stored water before extreme rainfall events to create capacity and secure downstream safety. However, the effects on downstream reservoirs have not been clarified. We evaluated the effects of prior release using a distributed hydrological model in nine catchments across Japan based on the rate of reduction of peak discharge ("peak cut ratio") from two perspectives: reduction of release from the reservoir itself and propagation of effects downstream. These are then summarized based on storage volume and catchment area. The peak cut ratios at the reservoirs increased sigmoidally as the normalized storage (storage volume prepared by prior release normalized to the reservoir catchment area) increased. The downstream peak cut ratios declined approximately linearly or in a convex downward curvilinear manner with reservoir areal ratio (ratio of catchment area at downstream points to that of the reservoir), depending on the spatial distribution of rainfall in the catchments. These two relationships can be used to estimate the flood control effects for any agricultural reservoir based on storage capacity and geographical characteristics. This facilitates the estimation of the storage volume that should be prepared by prior release for a projected amount of rainfall.

Keywords: Agricultural reservoir; Flood control.

RESUME

Le changement climatique a entraîné une augmentation de la fréquence des fortes précipitations et des graves inondations qui en résultent dans diverses régions du Japon. Alors que l'importance de la lutte contre les inondations a augmenté, la pratique de la «libération préalable» des réservoirs agricoles, qui a commencé en 2020, est conçue pour libérer l'eau stockée avant les événements de précipitations extrêmes afin de créer de la capacité et de garantir la sécurité en aval. Cependant, les effets sur les réservoirs en aval n'ont pas été clarifiés. Nous avons évalué les effets d'une libération préalable en utilisant un modèle hydrologique distribué dans neuf bassins versants à travers le Japon sur la base du taux de réduction de pointe de débit («rapport de réduction de la pointe») sous deux angles : la réduction de la libération du réservoir elle-même et la propagation des effets en aval. Ceux-ci sont ensuite résumés en fonction du volume de stockage et de la zone de captage. Les rapports de réduction de la pointe aux réservoirs ont augmenté de façon sigmoïde à mesure que le stockage normalisé (volume de stockage préparé par libération préalable normalisé à la zone de captage du réservoir) a augmenté. Les rapports de réduction de la pointe en aval ont diminué approximativement linéairement ou de façon convexe et curviligne vers le bas avec le rapport de superficie du réservoir (rapport de la zone de captage aux points en aval à celle du réservoir), en fonction de la distribution spatiale des précipitations dans

1 Institute for Rural Engineering, NARO

les bassins versants. Ces deux relations peuvent être utilisées pour estimer les effets du contrôle des crues pour tout réservoir agricole en fonction de la capacité de stockage et des caractéristiques géographiques. Cela facilite l'estimation du volume de stockage qui devrait être préparé par libération préalable pour une quantité de précipitations projetée.

Mots-clés : Réservoir agricole; Lutte contre les crues.

AGRICULTURAL ACTIVITY IMPACTS ASSESSMENT FOR AGRICULTURAL ENVIRONMENT CONSERVATION PROGRAM USING SOIL-WATER-ENERGY-FOOD NEXUS ANALYSIS

ÉVALUATION DES IMPACTS DE L›ACTIVITÉ AGRICOLE DU PROGRAMME DE CONSERVATION DE L›ENVIRONNEMENT AGRICOLE EN UTILISANT L›ANALYSE DU LIEN SOL-EAU-ÉNERGIE-ALIMENTATION

Pureun Yoon (Ms, Yoon, Pureun)[1], Jin-Yong Choi[2], and Kwihoon Kim[1]

ABSTRACT

The demand for food is increasing with population growth and economic growth, and it is predicted that disasters and climate variability due to climate change will increase in the future. To solve food security, such as the stability of food supply, concerns about the environmental load in the agricultural sector are increasing due to the high input farming method centred on productivity. As the need to introduce policies to prevent environmental problems caused by agricultural activities is increasing, since 2018, the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs has been implementing the AECP (Agricultural Environment Conservation Program) to preserve and improve the agricultural environment through regional agricultural environment management measures. It consists of soil, water, atmosphere, landscape/life, heritage/ ecology, and detailed agricultural activities to reduce environmental load and improve the agricultural environment. In addition, the demand and importance of water and energy resources, which are essential in the agricultural sector as well as food, are increasing, and each resource affects other resources, and the relationship between resources is affected by external environmental conditions, therefore, it is necessary to conduct an integrated linkage analysis and quantitative evaluation. For the environmental evaluation of the AECP, it is necessary to establish a soil-water-energy-food nexus, and a linkage analysis between agricultural resources for each activity is required. Therefore, this study included conducting a linkage analysis according to the scenario between the AECP and agricultural resources using the soil-water-food-energy nexus. For linkage analysis between agricultural resources, data for each resource was collected, and scenarios for activities were constructed. The APEX/ APEX-Paddy model was used to analyze the linkages between resources, and this model can simulate the effects of crop growth and agricultural activities on soil, water, and water quality. In addition, as it is possible to evaluate the environmental impact of tillage, fertilization, irrigation, crops, pesticides, and best management practices (BMP) considering soil characteristics, climate, irrigation method, and crop growth, it is suitable for simulating the activities of the program. The study area was selected as Mundang-ri, Dosan 2-ri village located in Hongeung-si, where the AECP is being implemented, and data on crops, soil characteristics, fertilization and irrigation of the area were applied. Accordingly, the soil-water-food-energy nexus of the study area was constructed, and the results of each resource according to the scenarios for each activity of program were simulated. For future research, evaluation indicators are selected for environmental diagnosis of the AECP, and evaluation is performed according to the results of each resource to evaluate sustainability using scenarios and simulation-based nexus.

1 Department of Rural System Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea, E-mail: vnfms3259@snu.ac.kr

2 Professor, Department of Rural System Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea, E-mail: iamchoi@snu.ac.kr

Keywords: Soil-water-energy-food nexus; AECP; Agricultural activity, Impacts assessment; APEX model.

RESUME

La demande d'alimentation augmente avec la croissance démographique et la croissance économique, et il est prévu que les catastrophes et la variabilité climatique en raison du changement climatique augmenteront à l'avenir. Pour résoudre la sécurité alimentaire, telle que la stabilité de l'approvisionnement alimentaire, les préoccupations concernant la charge environnementale du secteur agricole augmentent en raison de la méthode d'agriculture à intrants élevés centrée sur la productivité. Comme il est de plus en plus nécessaire d'introduire des politiques visant à prévenir les problèmes environnementaux causés par les activités agricoles, depuis 2018, le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales met en œuvre le PCAE (Programme de conservation de l'environnement agricole) pour préserver et améliorer l'environnement agricole grâce à des mesures régionales de gestion de l'environnement agricole. Il comprend le sol, l'eau, l'atmosphère, le paysage/ la vie, le patrimoine/l'écologie et les activités agricoles détaillées pour réduire la charge environnementale et améliorer l'environnement agricole. De plus, la demande et l'importance des ressources en eau et en énergie, qui sont essentielles pour le secteur agricole ainsi que l'alimentation, augmentent, et chaque ressource exerce des effets sur d'autres ressources, et la relation entre les ressources est affectée par les conditions environnementales externes, il est donc nécessaire d'effectuer une analyse intégrée des liens et une évaluation quantitative. Pour l'évaluation environnementale du PCAE, il est nécessaire d'établir un lien entre sol-eau-énergie-alimentation, et d'analyser des liens entre les ressources agricoles pour chaque activité. Par conséquent, cette étude comprenait la réalisation d'une analyse des liens selon le scénario entre le PCAE, et les ressources agricoles en utilisant le lien entre sol-eau-alimentation-énergie. Pour l'analyse des liens entre les ressources agricoles, des données pour chaque ressource ont été recueillies et des scénarios d'activités ont été élaborés. Le modèle APEX/APEX-Paddy a été utilisé pour analyser les liens entre les ressources, et ce modèle peut simuler les effets de la croissance des cultures et des activités agricoles sur le sol, l'eau et la qualité de l'eau. De plus, comme il est possible d'évaluer l'impact environnemental de la façon culturale, de la fertilisation, de l'irrigation, des cultures, des pesticides et des meilleures pratiques de gestion (BMP) en tenant compte des caractéristiques du sol, du climat, de la méthode d'irrigation et de la croissance des cultures, il convient de simuler les activités du programme. Mundang-ri, village de Dosan 2-ri ont été sélectionnés comme les zones d'étude situées à Hongeung-si, où le PCAE est mis en œuvre, et des données concernant les cultures, les caractéristiques du sol, la fertilisation et l'irrigation des zones ont été appliquées. En conséquence, le lien entre sol-eau-alimentation-énergie des zones d'étude a été construit et les résultats de chaque ressource selon les scénarios pour chaque activité du programme ont été simulés. Pour les recherches futures, des indicateurs d'évaluation sont sélectionnés pour le diagnostic environnemental du PCAE, et l'évaluation est effectuée en fonction des résultats de chaque ressource pour évaluer la durabilité à l'aide de scénarios et de liens basés sur la simulation.

Mots-clés : Lien entre sol-eau-énergie-alimentation; PCAE; Activité agricole; Evaluation des impacts; Modèle APEX.

DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A MODEL FOR SOIL WETTING GEOMETRY UNDER MOISTUBE IRRIGATION

DÉVELOPPEMENT ET VALIDATION D'UN MODÈLE DE GÉOMÉTRIE DU MOUILLAGE DU SOL SOUS L'IRRIGATION MOISTUBE

T.L. Dirwai1[2,3*], A. Senzanje[4], and T. Mabhaudhi[5]

ABSTRACT

We developed an empirical soil wetting geometry model for silty clay loam and coarse sand soils under a semi-permeable porous wall line source Moistube Irrigation (MTI) lateral irrigation. The model was developed to simulate vertical and lateral soil water movement using the Buckingham pi (π) theorem. This study was premised on a hypothesis that soil hydraulic properties influence soil water movement under MTI. Two independent, but similar experiments were conducted to calibrate and validate the model using MTI lateral placed at a depth of 0.2 m below the soil surface in a soil bin with a continuous water supply (150 kPa). Soil water content was measured every 5 minutes for 100 h using MPS-2 sensors. Model calibration showed that soil texture influenced water movement (< 0.05) and showed a good fit for wetted widths and depths for both soils (= 0.5% - 10%; 0.50; and d-index 0.50. The percentage bias statistic revealed that the models' under-estimated wetted depth after 24 h by 21.9% and 3.9% for silty clay loam and sandy soil, respectively. Sensitivity analysis revealed agreeable models' performance values. This implies the model's applicability for estimating wetted distances for an MTI lateral placed at 0.2 m and MTI operating pressure of 150 kPa. We concluded that the models are prescriptive and should be used to estimate wetting geometries for conditions under which they were developed. Further experimentation under varying scenarios for which MTI would be used, including field conditions, is needed to further validate the model and establish robustness. MTI wetting geometry informs placement depth for optimal irrigation water usage

Keywords: Buckingham π theorem; Model evaluation; Porous wall line source; Wetting front.

RESUME

Nous avons développé un modèle empirique de géométrie du mouillage du sol pour les sols de limon argileux terreau et de sable grossier sous une ligne de paroi poreuse semi-perméable et une irrigation latérale Moistube Irrigation (MTI). Le modèle a été développé pour simuler le mouvement vertical et latéral de l'eau du sol à l'aide du théorème pi (π) de Buckingham. Cette étude se basait sur l'hypothèse que les propriétés hydrauliques du sol influencent le mouvement de l'eau du sol sous MTI. Deux expériences indépendantes mais similaires ont été menées pour calibrer et valider le modèle à l'aide d'un latéral MTI placé à une profondeur

1 Crop-, Soil-, and Climate Sciences, University of the Free State, P.O.BOX 339, Bloemfontein 9300, South Africa

2 School of Engineering, University of KwaZulu-Natal, P. Bag X01, Pietermaritzburg, 3209, South Africa

3 Centre for Transformative Agricultural and Food Systems, School of Agricultural, Earth and Environmental Sciences, University of KwaZulu-Natal, Pietermaritzburg, P. Bag X01, 3209, South Africa

4 Varmac Consulting Engineers, Scottsville, Pietermaritzburg, 3209, South Africa

5 International Water Management Institute (IWMI-GH), West Africa Office, c/o CSIR, Accra, Ghana; and KNUST, Kumasi, Ghana

* Corresponding author: TLD (dirwaitl@ufs.ac.za)

de 0,2 m sous la surface du sol dans une trémie de sol avec un approvisionnement en eau continu (150 kPa). La teneur en eau du sol a été mesurée toutes les 5 minutes pendant 100 h à l'aide de capteurs MPS-2. L'étalonnage du modèle a montré que la texture du sol influençait le mouvement de l'eau (p < 0,05) et montrait un bon ajustement pour les largeurs et les profondeurs mouillées des deux sols (= 0,5% - 10%; 0,50; and d-index 0,50. La statistique du pourcentage de biais (PBIAS) a révélé que les modèles ont sous-estimé la profondeur mouillée après 24 heures de 21,9% et de 3,9% pour le sol limon argileux terreau et le sol sableux, respectivement. L'analyse de sensibilité a révélé des valeurs de performance des modèles acceptables. Cela implique l'applicabilité du modèle pour l'estimation des distances mouillées pour un latéral MTI placé à 0,2 m et une pression de fonctionnement MTI de 150 kPa. Nous avons conclu que les modèles sont normatifs et devraient être utilisés pour estimer les géométries du mouillage pour les conditions dans lesquelles ils ont été développés. D'autres expériences dans le cadre de divers scénarios pour lesquels MTI serait utilisée, y compris les conditions sur le terrain, sont nécessaires pour valider davantage le modèle et établir sa robustesse. La géométrie du mouillage MTI donne des informations sur la profondeur de niveau pour une utilisation optimale de l'eau d'irrigation

Mots-clés : Théorème π de Buckingham; Evaluation de modèle; Source de ligne de paroi poreuse; Façade mouillée.

SIMULATION AND SYSTEM MODELING FOR WATER STRESS MANAGEMENT IN MAHARASHTRA STATE, INDIA

SIMULATION ET MODÉLISATION DE SYSTÈMES POUR LA GESTION DU STRESS HYDRIQUE DANS L'ÉTAT DE MAHARASHTRA, EN INDE

Dr. Shivaji Sangle[1], Er. Balasaheb Chivate[2], and Ms. Shivani Sangle[3]

ABSTRACT

Modeling is a process or procedure intended to focus and force clearer thinking and to promote better decision-making. Planning, designing and managing water resources systems today inevitably involve impact of predictions, which require modeling. Modeling provides a way, perhaps the principal way, of predicting the behavior of proposed infrastructural designs or management policies. A simulation is the imitation of the operation of a real world process or system over time. Simulations require the use of models; the model represents the key characteristics or behaviors of the selected system or process, whereas the simulation represents the evolution of the model over time. Applications of models to real systems have improved our understanding, and hence have often contributed to improved irrigation system design, management and operation.

In this paper an attempt has been made to present a typical case study from Maharashtra, India for solving conflict of sharing water distress between upstream and downstream area of Godavari sub-basin up to Jayakwadi (Paithan) Dam. The Godavari river basin is the second largest river basin in India draining an area of 3, 12,811 sq. km. and in Maharashtra State it drains an area of 1,52,598 sq. km. (i.e. 48.78 % of total area). The present study covers 17 major and 7 medium projects (a complex of 23 irrigation projects) located in the upstream of the Upper Godavari sub-basin and Jayakwadi dam located exactly at the downstream border of the sub-basin. The sub-basin has been experiencing water scarcity situation frequently leading to conflict for water sharing between upstream and downstream stakeholder. The state water policy formulated by Government of Maharashtra in 2003 envisages that the water resources of the state shall be planned, developed, managed with a river basin and sub basin as the unit. This policy states that the distress in water availability during deficit period shall be shared equitably amongst different sectors of water use and also amongst upstream and downstream users. Government of Maharashtra has constituted the Godavari Study Group for formulation of guiding principles on integrated operation of reservoirs in Upper Godavari (up to Paithan dam) sub basin. The river basin simulation approach is generally used to provide an effective tool for better planning and management of water resources in the basin or sub-basin. However, this study group has adopted conventionally general simulation principle model.

The present water stress situation is most likely to occur more frequently in future as the water resources available in the sub-basin are not sufficient to meet the demands. The present water stress scenario will have to be managed with the well strategy of deficit sharing in

1 Former Member (Economics), Maharashtra Water Resources Regulatory Authority (MWRRA), Mumbai-400005, (M.S.), India Email:sanglest@yahoo.co.in

2 Director (Technical), International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), Chanakyapuri, New Delhi – 110021, India Email: bachivate@icid.org

3 Full-Time Student, Final Year, Bachelor of Arts (B.A.), Economics (Honors), Wilson College Chowpatthy, Mumbai (M.S), India-400007 Email: 84shivanisangle@gmail.com

respect of a whole sub-basin. Accordingly, the strategy and/or options and their quantitative effects on overall water planning are analyzed in this study by using the approximate equitable concept at sub-basin level to have rational and effective utilization of the water resources. The operating strategy for reservoir operation, will decide the specification of how much water to be stored and released from each project, depending on the state of the water availability and water demands in the project complex in that period. The study group has decided six scenarios covering different conditions of probabilities of inflows in Paithan dam on the basis of simulation and system modeling analysis. This typical case study takes brief review of the legal and institutional reform in water sector, issues of water sharing conflicts, role played by the Maharashtra Water Resources Regulatory Authority and judicial institutions for addressing these issues and establishing water distress sharing system in the State of Maharashtra, India.

Keywords : System Modeling; Water Stress Management; Water Scarcity; Water sharing conflicts.

RESUME

La modélisation est un processus ou une procédure visant à forcer et à concentrer sur une réflexion plus claire et à promouvoir une meilleure prise de décision. La planification, la conception et la gestion des systèmes de ressources en eau impliquent aujourd'hui inévitablement l'impact des prévisions, qui nécessitent une modélisation. La modélisation fournit un moyen, peut-être le moyen principal, de prédire le comportement des conceptions d'infrastructure ou des politiques de gestion proposées. Une simulation est l'imitation du fonctionnement d'un processus ou d'un système du monde réel au fil du temps. Les simulations nécessitent l'utilisation de modèles; le modèle représente les caractéristiques ou comportements clés du système ou du processus retenu, tandis que la simulation représente l'évolution du modèle au fil du temps. Les applications de modèles à des systèmes réels ont amélioré notre compréhension et ont donc souvent contribué à l'amélioration de la conception, de la gestion et de l'exploitation des systèmes d'irrigation.

Dans cet article, une tentative a été faite pour présenter une étude de cas typique en provenance de l'Etat de Maharashtra, en Inde, pour résoudre le conflit de partage de la détresse hydrique entre la zone en amont et en aval du sous-bassin de Godavari jusqu'au barrage de Jayakwadi (Paithan). Le bassin fluvial de Godavari est le deuxième plus grand bassin fluvial de l'Inde drainant une superficie de 3 12 811 km2 et dans l'État de Maharashtra, il draine une superficie de 1 52 598 km2. (soit 48,78% de la superficie totale). La présente étude couvre 17 projets majeurs et 7 projets moyens (un complexe de 23 projets d'irrigation) situés en amont du sous-bassin de haut Godavari et le barrage de Jayakwadi situé exactement à la limite aval du sous-bassin. Le sous-bassin a connu une situation de pénurie d'eau qui a fréquemment conduit à des conflits en ce qui concerne le partage de l'eau entre les parties prenantes en amont et en aval. La politique de l'eau de l'État formulée par le gouvernement du Maharashtra en 2003 prévoit que les ressources en eau de l'État seront planifiées, développées et gérées dans un bassin et un sous-bassin fluvial comme une unité. Cette politique stipule que la détresse de la disponibilité de l'eau pendant la période de déficit doit être partagée équitablement entre les différents secteurs d'utilisation de l'eau et également entre les utilisateurs en amont et en aval. Le gouvernement du Maharashtra a constitué le groupe d'étude de Godavari pour la formulation de principes directeurs sur l'exploitation intégrée des réservoirs dans le sous-bassin du haut Godavari (jusqu'au barrage de Paithan). L'approche de simulation de bassin versant est généralement utilisée pour fournir un outil efficace pour une meilleure planification et gestion des ressources en eau dans le bassin ou le sous-bassin. Cependant, ce groupe d'étude a adopté un modèle conventionnel de principe de simulation générale.

La situation actuelle de stress hydrique est susceptible de se produire plus fréquemment à l'avenir car la disponibilité des ressources en eau ne sont pas suffisantes dans le sous-bassin pour répondre aux demandes. Le scénario de stress hydrique actuel devra être géré en utilisant la stratégie de partage du déficit à l'égard de l'ensemble d'un sous-bassin. En conséquence, la stratégie et/ou les options et leurs effets quantitatifs sur la planification globale de l'eau sont analysés dans cette étude en utilisant le concept équitable approximatif au niveau du sous-bassin pour avoir une utilisation rationnelle et efficace des ressources en eau. La stratégie d'exploitation du réservoir, décidera de la spécification de la quantité d'eau à stocker et à libérer de chaque projet, en fonction de l'état de la disponibilité de l'eau et des demandes en eau dans le complexe du projet au cours de cette période. Le groupe d'étude a décidé six scénarios couvrant différentes conditions de probabilités d'afflux dans le barrage de Paithan sur la base d'une simulation et d'une analyse de modélisation du système. Cette étude de cas typique passe brièvement en revue la réforme juridique et institutionnelle du secteur de l'eau, les problèmes de conflits liés au partage de l'eau, le rôle joué par l'Autorité de régulation des ressources en eau du Maharashtra et les institutions judiciaires pour résoudre ces problèmes et établir un système de partage de la détresse hydrique de l'État de Maharashtra, en Inde.

Mots-clés : Modélisation du système; Gestion du stress hydrique; Pénurie d'eau; Conflits liés au partage de l'eau.

IRRIGATION EFFICIENCY AND WATER SAVING CONSIDERING RETURN FLOW AND RESERVOIR OPERATION

EFFICACITÉ DE L'IRRIGATION ET ÉCONOMIES D'EAU EN T ENANT COMPTE DU DÉBIT RECUPERE ET DU FONCTIONNEMENT DU RÉSERVOIR

Shin, Ji-Hyeon[1], and Nam, Won-Ho[2]

ABSTRACT

Agricultural water management can be divided into management of agricultural infrastructure and its operation to determine the timing and quantity of water supply. The target of water management is classified as water supply facilities, such as reservoirs, pumping station, and plains including floodgate and farmland. In the case of agricultural drought, agricultural water needs a large amount of water at a time, and because it is difficult to cover only the amount proportionate of rainfall, it is provided by irrigation repair facilities such as reservoirs and pumping storage. However, irrigation water used in paddy fields is only part of it consumed by growing paddy, and the rest is lost in the channel in the process of water intake or conveyance, or it is not used for irrigation and exits directly into the drainage and rivers. Therefore, it is necessary to analyze the proper amount of irrigation efficiency and water saving potential through irrigation canals and networks considering irrigation return flow and reservoir operation. In this study, United States Environmental Protection Agency Storm Water Management Model (EPA-SWMM) based irrigation distribution network simulation was conducted from May to August 2019 to Sinsong Reservoir in Seosan. The averaged pending depth analyzed the irrigation supply efficiency, and the irrigation return flow was calculated by the ratio of penetration to pavement drainage and field supply considering reservoir operation. The results of evaluating the efficiency of irrigation water supply and water saving potential can be used for efficient water distribution and management during the drought situation.

Keywords: Irrigation efficiency; Water saving; Return flow; Reservoir operation; Water distribution.

RESUME

La gestion de l'eau agricole peut être divisée en gestion de l'infrastructure agricole et son fonctionnement pour déterminer l'heure et la quantité d'approvisionnement en eau. La cible de la gestion de l'eau est classée comme les installations d'approvisionnement en eau, telles que les réservoirs, les stations de pompage et les plaines, y compris les vannes de protection contre les crues et les terres agricoles. En cas de sécheresse agricole, l'eau agricole exige une grande quantité d'eau à la fois, et comme il est difficile de couvrir uniquement la quantité proportionnelle de précipitations, elle est fournie par des installations de réparation d'irrigation telles que des réservoirs et des réservoirs de pompage. Cependant, l'eau d'irrigation utilisée dans les rizières n'est qu'une partie de celle-ci consommée par la culture du paddy, et le reste est perdu dans le canal lors du processus de prise d'eau ou de transport de l'eau, ou n'est pas utilisé pour l'irrigation et sort directement dans le drainage et les rivières. Par conséquent, il est nécessaire d'analyser la quantité appropriée d'efficacité de l'irrigation et le potentiel

1 Researcher, National Agricultural Water Research Center, Hankyong National University, Anseong, Republic of Korea, jihyeon.shin@hknu.ac.kr.

2 Associate Professor, School of Social Safety and Systems Engineering, Institute of Agricultural Environmental Science, National Agricultural Water Research Center, Hankyong National University, Anseong, Republic of Korea, wonho.nam@hknu.ac.kr.

Special Session

d'économie d'eau à travers les canaux et les réseaux d'irrigation en tenant compte du débit récupéré de l'irrigation et du fonctionnement du réservoir. Dans cette étude, une simulation de réseau de distribution d'irrigation basée sur le Modèle de gestion des eaux pluviales de l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA-SWMM) a été réalisée de mai à août 2019 dans le réservoir de Sinsong à Seosan. La profondeur moyenne en attente a analysé l'efficacité de l'approvisionnement en irrigation, et le débit récupéré de l'irrigation a été calculé par le taux de la pénétration au drainage de trottoir et à l'approvisionnement du champ en tenant compte du fonctionnement du réservoir. Les résultats de l'évaluation de l'efficacité de l'approvisionnement en eau d'irrigation et du potentiel d'économie d'eau peuvent être utilisés pour une distribution et une gestion efficaces de l'eau pendant la situation de sécheresse.

Mots clés : Efficacité de l'irrigation; Économie d'eau; Débit récupéré; Fonctionnement du réservoir; Distribution d'eau.

CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR DEVELOPMENT INFORMATION TRANSMISSION TECHNOLOGIES IN IRRIGATION NETWORKS (CASE STUDY: CASE STUDY: ABADAN ISLAND IRRIGATION NETWORK)

DÉFIS ET OPPORTUNITÉS POUR DÉVELOPPER DES TECHNOLOGIES DE TRANSMISSION DE L'INFORMATION DANS LES RÉSEAUX D'IRRIGATION (ÉTUDE DE CAS : RÉSEAU D'IRRIGATION DE L'ÎLE D'ABADAN)

Dr. Minaei, Sohrab[1], Mahjoobi, Arash[2], and Basirzadeh, Habibolla[3]

ABSTRACT

One of the most important potentials for increasing efficiency in irrigation networks is the development of integrated management based on equipment automation, monitoring and central dispatching based on transmission technology. In this article, first, the reasons for constructing a system to control the effect of seawater salinity on the water quality of enclosing rivers, fresh water supply system and irrigation and drainage system of Abadan Island located in south-western Iran are described. The quantitative-qualitative control system of rivers includes three dams to control the effect of seawater salinity on agricultural water supply rivers, a pumping station with a capacity of 120 cubic meters and a freshwater transmission channel 30 km upstream. The island's irrigation networks also include two central pumping stations, several kilometres of earthen canal and a secondary pumping station for 32,000 hectares of agricultural land. The challenges were divided into three sections: technical, managerial and social. In the technical part, we can also mention challenges such as prolonging the implementation period of the system, using different suppliers for pumping equipment, some infrastructural problems for installing data transmission equipment, and cyber security. In the management sector, the main problems arising from the governmental structure of operating organizations are inefficiency and complex bureaucracy. The social conflicts are due to the incompatibility of the modern irrigation network with the traditional network of tidal canals and consequently of farmers. Lack of trust in project management, destruction and theft of equipment are the most important problems of the social sector. Opportunities such as the adoption of new laws to require the development of information entry network by water consumers, the existence of technical experience and technical infrastructure of telecommunications in the region, water dispatching centre in Khuzestan province, recent lessons from recent floods and droughts and to begin developing integrated management on data transfer, Khuzestan Water and Electricity Models Office should be considered. Finally, the step-by-step development of integrated management based on full awareness of the current situation, identification of stakeholders, challenges and opportunities, prioritization of effective measures in line with existing budgets, organizational structure reform, monitoring and continuous improvement within the program and a codified strategy was suggested.

Keywords: Irrigation Networks; Information Technology; Automation; Challenge; Opportunities; tidal irrigation.

1 Head of Irrigation Group in Technical Office, Khuzestan Water & Power Authority, Ahwaz, Iran, Minaei21@gmail.com.

2 Deputy to the CEO, Planning and Development of Irrigation and Drainage Projects, Khuzestan Water & Power Authority, Ahwaz, Iran, Arashmahjoobi@gmail.com.

3 Head of Modern Irrigation Methods and Water Productivity Group, Khuzestan Water & Power Authority, Ahwaz, Iran, Hbasir171@yahoo.com.

Special Session

RESUME

Le développement d'une gestion intégrée basée sur l'automatisation des équipements, la surveillance et la répartition centrale basée sur la technologie de transmission est l'un des potentiels les plus importants d'accroître l'efficacité des réseaux d'irrigation. Dans cet article, tout d'abord sont décrites les raisons de la construction d'un système pour contrôler l'effet de la salinité de l'eau de mer sur la qualité de l'eau des rivières environnantes, du système d'approvisionnement en eau douce et du système d'irrigation et de drainage de l'île d'Abadan située au sud-ouest de l'Iran. Le système de contrôle quantitatif-qualitatif des rivières comprend trois barrages pour contrôler l'effet de la salinité de l'eau de mer sur les rivières d'alimentation en eau agricole, une station de pompage d'une capacité de 120 mètres cubes et un canal de transmission d'eau douce à 30 km en amont. Les réseaux d'irrigation de l'île comprennent également deux stations de pompage centrales, plusieurs kilomètres de canal en terre et une station de pompage secondaire pour 32 000 hectares de terres agricoles. Les défis étaient divisés en trois volets : technique, managérial et social. Dans la partie technique, on peut également mentionner des défis tels que la prolongation de la période de mise en œuvre du système, l'utilisation de différents fournisseurs pour les équipements de pompage, certains problèmes d'infrastructure pour l'installation d'équipements de transmission de données et la cybersécurité. Dans le secteur de la gestion, les principaux problèmes découlant de la structure gouvernementale des organismes d'exploitation sont l'inefficacité et la complexité de la bureaucratie. Les conflits sociaux sont dus à l'incompatibilité du réseau d'irrigation moderne avec le réseau traditionnel des canaux de marée et par conséquent des agriculteurs. Le manque de confiance dans la gestion du projet, la destruction et le vol d'équipements sont les problèmes les plus importants du secteur social. Des opportunités telles que l'adoption de nouvelles lois pour exiger le développement d'un réseau d'entrée d'informations par les consommateurs d'eau, l'existence d'une expérience technique et d'une infrastructure technique de télécommunications dans la région, le centre de répartition de l'eau dans la province du Khuzestan, les leçons tirées des récentes inondations et sécheresses et pour commencer le développement de la gestion intégrée en ce qui concerne le transfert de données, le Bureau des modèles d'eau et d'électricité du Khuzestan devrait être envisagé**.** Enfin, le développement pas à pas d'une gestion intégrée basée sur la pleine connaissance de la situation actuelle, l'identification des parties prenantes, des défis et des opportunités, la hiérarchisation des mesures efficaces en ligne avec les budgets existants, la réforme de la structure organisationnelle, le suivi et l'amélioration continue dans le cadre du programme et une stratégie codifiée a été suggérée.

Mots clés : Réseaux d'irrigation; Technologie de l'information; Automatisation; Défi; Opportunités; Irrigation à marées.

INCREASE IN BOREWELL EFFICIENCY WITH THE USE OF V- WIRE TECHNOLOGY OF JOHNSON SCREENS – A CASE STUDY

AUGMENTATION DE L'EFFICACITÉ DES PUITS FORES GRÂCE À LA TECHNOLOGIE DU FIL EN V DE JOHNSON SCREENS – ÉTUDE DE CAS

S.N Singh[1]

ABSTRACT

Aqseptence Group headquarter Aarbergen, Germany has a proven global footprint with locations in Europe, North and South America, Asia and Australia and employs 1,400 people. Johnson Screens®, brand of Aqseptence Group has been at the forefront in providing the water well industry with well screens, well supplies, and most importantly application expertise for the evolution, protection, and extraction of ground water resources. In 1929, Johnson Screens began publishing the driller's journal. The journal became the official trade journal for water well professionals. This was the beginning of a long tradition of Johnsons Screens being a leader in providing educational and reference materials to the ground water community. In 1936, a patent was issued to Edward E. Johnsons Inc. for a wire -wrapped screens. Since then Johnson screens has expanded to supply a wide variety of screens, drilling fluids, and well treatment products that are used worldwide.

The study mainly discusses increase in bore well efficiency and improved development of water wells with the use of Johnson Screens in comparison with PVC and /or MS slotted pipes around the globe. These gains resulted from the unique features of V wire technology invented by Johnson with higher %age open area, reduction in drawdown, higher discharge because of reduction in pumping head, better sand control due to wide range of slot opening and non- clogging due to inwardly widening V-Shaped slots.

Keywords: Aqseptence; Bore well; Water well; Johnson screens; V wire.

RESUME

Le groupe Aqseptence, dont le siège est situé à Aarbergen, en Allemagne, a une présence mondiale éprouvée ayant des sites en Europe, en Amérique du Nord et du Sud, en Asie et en Australie et emploie 1 400 personnes. Johnson Screens®, marque du groupe Aqseptence, a été à l'avant-garde en fournissant à l'industrie des puits d'eau des écrans de puits, des fournitures de puits et, surtout, une expertise d'application pour l'évolution, la protection et le prélèvement des ressources en eau souterraine. En 1929, Johnson Screens a commencé à publier le journal de forage. Le journal est devenu le journal professionnel officiel des professionnels des puits d'eau. Ce fut le début d'une longue tradition de Johnsons Screens en tant que leader dans la fourniture de matériel éducatif et de référence à la communauté des eaux souterraines. En 1936, un brevet a été délivré à Edward E. Johnsons Inc. pour un écran enroulé de fil. Depuis lors, Johnson screens s'est développé pour fournir une grande variété d'écrans, de fluides de forage et de produits de traitement de puits utilisés dans le monde.

L'étude traite principalement de l'augmentation de l'efficacité des puits de forage et de l'amélioration du développement des puits d'eau grâce à l'utilisation des écrans Johnson

1 Country Head -Water Well, Aqseptence Group India Private Limited, Sanand, Ahmedabad, Gujarat, India

Special Session

par rapport aux tuyaux à fentes en PVC et/ou MS dans le monde. Ces avantages résultent des caractéristiques uniques de la technologie de fil en V inventée par Johnson avec un pourcentage plus élevé de surface ouverte, une réduction du rabattement, un débit plus élevé en raison de la réduction de la tête de pompage, un meilleur contrôle du sable grâce à un éventail large d'ouverture des fentes et un non colmatage grâce à Fentes en forme de V s'élargissant vers l'intérieur.

Mots-clés : Aqseptence; Puits de forage; Puits d'eau; Ecrans Johnson; Fil en V.

EVALUATION OF MONTHLY DROUGHT PROSPECT AND RESERVOIR OPERATION RULE FOR DROUGHT RESPONSE USING RESERVOIR DROUGHT INDEX (RDI)

ÉVALUATION DE LA PERSPECTIVE MENSUELLE DE SÉCHERESSE ET RÈGLE D›EXPLOITATION DES RÉSERVOIRS POUR RÉPONDRE À LA SÉCHERESSE EN UTILISANT L›INDICE DE SÉCHERESSE DU RÉSERVOIR (RDI)

Kim, Maga[1], Choi, Jin-Yong[2], Bang, Jehong[3], Yoon, Pureun[4], and Kim, Kwihoon[5],

ABSTRACT

Recently, as climate change intensifies, the frequency and intensity of drought occurrence are increasing. Unlike floods, drought is challenging to know the beginning and end, so it is challenging to respond pre-emptively. In Korea, the vulnerability of agricultural reservoirs to disaster response is increasing due to climate change and the aging of facilities. So it is necessary to estimate an appropriate drought index to predict drought disasters and operate reservoirs that respond pre-emptively to drought. Drought can be largely classified into meteorological, agricultural, hydrological, and socioeconomic drought. Various drought indexes have been researched and developed depending on the subject field. Each drought index uses different variables according to its focus subject. In Korea, more than 17,000 reservoirs have a total effective storage capacity of 31 tons approximately and contribute more than 75% of the total agricultural water. From June to August, precipitation is stored in the reservoirs as much as possible when rainfall is concentrated. Then water is supplied from April to September, the rice paddy growth period, to ensure stable crop cultivation. Hence if the reservoir storage is sufficient, it is possible to supply stable agricultural water to cultivate even in meteorological droughts. On the other hand, if the reservoir storage is insufficient, it is difficult to respond to a drought disaster. So the management of reservoir storage is a significant factor in the efficient management of agricultural water and stable crop production.

In this study, the reservoir drought index (RDI), one of the hydrological drought indexes, was estimated and utilized to predict drought. Then the pre-emptive drought response operation rule was applied. First, monthly runoff and agricultural water demand were estimated. Then the multiple regression analysis was conducted to predict reservoir storage at the beginning of the following month. The reservoir storage at the beginning of the month, monthly runoff, and monthly agricultural water demand were used as independent variables. The RDI was calculated from estimated reservoir storage and annual reservoir storage. The estimated RDI was compared to the observed RDI to verify the applicability. The result of the multiple regression analysis showed above 0.65 coefficient of determination, and the RDI showed better performance because it was classified according to criteria range. In order to establish reservoir operation rules for drought response, this study conducted a survey of reservoir managers in Korea. As a result of the survey, the main factors influencing the suspension of reservoir water supply were rainfall, rainfall forecast, and reservoir storage rate. For the reservoir operation for drought response, the existing criteria of reservoir managers for stopping the supply of reservoir water were used. The agricultural water demand was always supplied considering the gross

Special Session

1 Graduate student, Department of Rural Systems Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea, Email: mnkm53@snu.ac.kr
2 Professor, Department of Rural Systems Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea, Email: iamchoi@snu.ac.kr
3 Graduate student, Department of Rural Systems Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea
4 Graduate student, Department of Rural Systems Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea
5 Graduate student, Department of Rural Systems Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea

water requirement estimated by the Penman-Monteith equation when there were no suspension factors in the irrigation period. The result of the reservoir operation rules for drought response was evaluated by comparison to the result of reservoir operation according to theoretical water requirements.

Keywords: Drought Response; Reservoir Operation; Reservoir Drought Index; Drought Prospect; Agricultural Water Supply.

RESUME

Récemment, à mesure que le changement climatique s'intensifie, la fréquence et l'intensité des événements de sécheresse augmentent. Contrairement aux inondations, il est difficile de connaître le début et la fin de la sécheresse, il est donc difficile de réagir de manière préventive. En Corée, la vulnérabilité des réservoirs agricoles à la réponse aux catastrophes augmente en raison du changement climatique et du vieillissement des installations. Il est donc nécessaire d'estimer un indice de sécheresse approprié pour prévoir les catastrophes dues à la sécheresse et exploiter des réservoirs qui répondent de manière préventive à la sécheresse. La sécheresse peut être largement classée en sécheresse météorologique, agricole, hydrologique et socio-économique. Divers indices de sécheresse ont été recherchés et développés en fonction du domaine. Chaque indice de sécheresse utilise différentes variables en fonction de son sujet de concentration. En Corée, plus de 17 000 réservoirs ont une capacité de stockage effective totale d'environ 31 tonnes et contribuent à plus de 75% de l'eau agricole totale. De juin à août, l'eau de précipitations est stockée dans les réservoirs autant que possible lorsque les précipitations sont concentrées. Ensuite, l'eau est fournie d'avril à septembre, la période de croissance des rizières pour assurer une culture stable. Par conséquent, si le stockage du réservoir est suffisant, il est possible de fournir une eau agricole stable pour cultiver même en cas de sécheresse météorologique. D'autre part, si le stockage du réservoir est insuffisant, il est difficile de répondre à une catastrophe de sécheresse. Ainsi, la gestion du stockage des réservoirs est un facteur important dans la gestion efficace de l'eau agricole et pour avoir la stabilité de la production agricole.

Dans cette étude, l'indice de sécheresse du réservoir (RDI), l'un des indices hydrologiques de sécheresse, a été estimé et utilisé pour prédire la sécheresse. Ensuite, la règle de l'opération préventive d'intervention en cas de sécheresse a été appliquée. Tout d'abord, le ruissellement mensuel et la demande en eau agricole ont été estimés. Ensuite, l'analyse de régression multiple a été effectuée pour prédire le stockage du réservoir au début du mois suivant. Le stockage du réservoir au début du mois, le ruissellement mensuel et la demande mensuelle en eau agricole ont été utilisés comme variables indépendantes. Le RDI a été calculé à partir du stockage estimé du réservoir et du stockage annuel du réservoir. Le RDI estimé a été comparé au RDI observé pour vérifier l'applicabilité. Le résultat de l'analyse de régression multiple a montré un coefficient de détermination supérieur à 0,65, et le RDI a montré de meilleures performances car il a été classé selon l'éventail de critères. Afin d'établir les règles d'exploitation des réservoirs pour la réponse à la sécheresse, cette étude a mené une enquête auprès des gestionnaires de réservoirs en Corée. À la suite de l'enquête, les principaux facteurs influençant la suspension de l'approvisionnement en eau du réservoir étaient les précipitations, les prévisions de précipitations et le taux de stockage du réservoir. Pour l'exploitation des réservoirs en réponse à la sécheresse, les critères existants des gestionnaires de réservoirs ont été utilisés pour l'arrêt de l'approvisionnement en eau des réservoirs. La demande en eau agricole a toujours été satisfaite en tenant compte du besoin brut en eau estimé par l'équation de Penman-Monteith lorsqu'il n'y avait pas de facteurs de suspension dans la période d'irrigation. Le résultat des règles d'exploitation du réservoir pour la réponse à la sécheresse a été évalué par rapport au résultat de l'exploitation du réservoir selon les besoins théoriques en eau.

Mots-clés : Réponse à la sécheresse; Exploitation du réservoir; Indice de sécheresse du réservoir; Perspective de sécheresse; Approvisionnement en eau agricole.

OPTIMIZATION OF IRRIGATION WATER MANAGEMENT THROUGH COMBINING REMOTE SENSING, GIS AND SCADA SYSTEM

OPTIMISATION DE LA GESTION DE L'EAU D'IRRIGATION GRÂCE À LA COMBINAISON DE LA TÉLÉDÉTECTION, DU SIG ET DU SYSTÈME SCADA

Bedri Kurtulus, [1]Mohammed A. Alomair[2], Fethi Lebdi[2], Salah M. Sidahmed[2], Abdulrahman S. Alablan[2], Azhar M. Memon[1], Idrees A. Farooqui[1], Mohammad A. Yassin[1] and Mohamed Anter Mohamed Moursy[2]

ABSTRACT

Achieving optimal irrigation water management, efficient operation, and water savings are the main challenges that face decision-makers in water-scarce and arid regions. To address these challenges, innovative tools and technologies support management for optimization of operation for irrigation by integrating in the irrigation management remote sensing (RS), Geographic Information System (GIS), and Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) systems. In this paper, Remote Sensing and GIS are used to estimate periodic reference evapo-transpiration (Eto), crop water requirements, as well as periodic crop water stress index (CWSI) at farm level. The results support decision for early warning irrigation scheduling and maximizing the adequacy between crop water requirements and irrigation supply, then the water productivity. This approach was applied in the Nord East of Saudi Arabia Kingdom, in Al-Hassa Irrigation and Drainage Project, which is managed by the Saudi Irrigation Organization (SIO).

Keywords: Treated Sewage Effluent; Water Management; SCADA; Remote Sensing; Early Warning Irrigation Scheduling.

Special Session

RESUME

Parvenir à une gestion optimale de l'eau d'irrigation, à un fonctionnement efficace et à des économies d'eau sont les principaux défis auxquels sont confrontés les décideurs dans les régions arides et pauvres en eau. Pour relever ces défis, des outils et des technologies innovants soutiennent la gestion pour l'optimisation des exploitations d'irrigation en intégrant les Systèmes de Télédétection (RS), de Système d'Information Géographique (SIG) et de Systèmes de Contrôle de Supervision et d'Acquisition de Données (SCADA) dans la gestion de l'irrigation. Dans cet article, la télédétection et le SIG sont utilisés pour estimer l'évapotranspiration de référence périodique (Et_o), les besoins en eau des cultures, ainsi que l'indice de stress hydrique périodique des cultures (CWSI) au niveau de l'exploitation agricole. Les résultats appuient la décision de programmer l'irrigation d'alerte précoce et de maximiser l'adéquation entre les besoins en eau des cultures et l'approvisionnement en eau d'irrigation, puis la productivité de l'eau. Cette approche a été appliquée dans le nord-est du Royaume d'Arabie saoudite, dans le projet d'irrigation et de drainage d'Al-Hassa, qui est géré par l'Organisation saoudienne d'irrigation (SIO).

Mots-clés : Effluent d'eaux usées traitées; Gestion de l'eau; SCADA; Télédétection; Programmation de l'irrigation d'Alerte précoce.

1 Applied Research Center for Metrology, Standards and Testing (ARC-MST), Research Institute, King Fahad University of Petroleum and Minerals (KFUPM), P.O. Box 5040, Dhahran, 31261, Saudi Arabia

2 Research and Studies Department, Irrigation Innovation Administration, Saudi Irrigation Organization (SIO), P.O. Box 279 Al-Hassa, 31982, Saudi Arabia.

DROUGHT VULNERABILITY ASSESSMENT ON WATER SUPPLY OF RESERVOIR FOR CLIMATE CHANGE ADAPTATION

ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ À LA SÉCHERESSE SUR L›APPROVISIONNEMENT EN EAU D›UN RÉSERVOIR POUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Young-Sik Mun[1], and Won-Ho Nam[2]

ABSTRACT

Drought vulnerability assessment is tailored according to various drought definitions. Agricultural droughts were defined as storage shortages in reservoirs that could not meet the required water requirements in paddy fields. Drought is one of the most influential disasters in the agricultural sector, and the central government invests huge budgets in preparation for mitigation to serious droughts. Therefore, an effective agricultural drought vulnerability assessment should be established. In this study, we evaluate vulnerable agricultural drought areas by utilizing reservoirs, one of the factors indicating the agricultural drought. The assessment model conducted items related to irrigation reservoirs according to the concept of sensitivity, exposure and adaptability of IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) and establish the concept of agricultural drought vulnerability. The assessment items incorporate units and characteristics using various standardization methods, such as rescaling, z-score and ranking, and weighting methods such as entropy method and AHP (Analytic Hierarchy Process) method used to calculate the grade of agricultural drought to compare the result values. This result is provided by evaluating the most vulnerable areas of drought impacts, expect to contribute to prioritizing budget investments by supporting effective drought-related decisions.

Keywords : Agricultural Drought; Vulnerability; Reservoir; Water Supply; Climate Change

RESUME

L'évaluation de la vulnérabilité à la sécheresse est adaptée selon diverses définitions de la sécheresse. Les sécheresses agricoles ont été définies comme des pénuries de stockage dans les réservoirs qui ne pouvaient pas répondre aux besoins en eau requis dans les rizières. La sécheresse est l'une des catastrophes les plus influentes du secteur agricole, et le gouvernement central investit d'énormes budgets dans les préparatifs de l'atténuation des graves sécheresses. Par conséquent, une évaluation efficace de la vulnérabilité de l'agriculture à la sécheresse devrait être établie. Dans cette étude, nous évaluons les zones agricoles vulnérables à la sécheresse en utilisant des réservoirs, l'un des facteurs indiquant la sécheresse agricole. Le modèle d'évaluation a mené des éléments liés aux réservoirs d'irrigation selon le concept de sensibilité, d'exposition et d'adaptabilité du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) et a établi le concept de vulnérabilité agricole à la sécheresse. Les éléments d'évaluation intègrent des unités et des caractéristiques utilisant diverses méthodes de normalisation, telles que la remise à l'échelle,

1 Researcher, National Agricultural Water Research Center, Hankyong National University, Anseong, Republic of Korea, youngsik.mun@hknu.ac.kr

2 Associate Professor, School of Social Safety and Systems Engineering, Institute of Agricultural Environmental Science, National Agricultural Water Research Center, Hankyong National University, Anseong, Republic of Korea, wonho.nam@hknu.ac.kr

le score z et le classement, et des méthodes de pondération telles que la méthode d'entropie et la méthode AHP (Analytic Hierarchy Process) utilisées pour calculer le degré de sécheresse agricole afin de comparer les valeurs de résultat. Ce résultat est fourni en évaluant les zones les plus vulnérables aux impacts de la sécheresse, et devrait contribuer à hiérarchiser les investissements budgétaires en soutenant des décisions efficaces liées à la sécheresse.

Mots-clés : Sécheresse agricole; Vulnérabilité; Réservoir; Approvisionnement en eau; Changement climatique.

WATER DISTRIBUTION PROGRAMS IN CLOSED IRRIGATION SYSTEMS

PROGRAMMES DE DISTRIBUTION D'EAU DANS LES SYSTÈMES D'IRRIGATION FERMÉS

Filiz Bulut[1]

ABSTRACT

Irrigation generally means that naturally unsupplied water need of plants is obtained from the resources and this water is given through the soil which has root part of plant in time and controlled way. The main purpose of the irrigation management is to utilize the irrigation water in planned way in order to provide the most appropriate agricultural production and use existing resources economically.

Water economy for the purpose of irrigation is compulsory because of limited water resources, using for various purposes except irrigation, and increasing water demands. It is easy to understand that plant demand cannot be reduced so that water economy in irrigation must be done during its conveyance, its distribution and its application to the land. The listed preventions can be accomplished when proper irrigation management methods are applied. Preparation of water distribution programs plays an important role in irrigation management.

In Turkey however it has been used open channel irrigation networks until recently, today they are converted into high pressurized closed networks so their full functionality and permanency of economic contribution will continue and farmers' benefit period will elongate and water saving will be provided. The main problem seen at open channel networks with surface irrigation method is excessive water consumption. With the transition to pressurized closed networks, usage of drip and sprinkler irrigation methods will increase. Water unions' work for this méthode isn't sufficient recently.

Closed irrigation systems are the easiest to use and manage. However, these systems are expensive and usually consist of mechanical parts. For this reason, operating activities must be carried out carefully. Project flow should be known as main, reserve and tertiary for a good business operation. Operators should know the network very well. In addition, pressure maps of the closed irrigation system should be available. In closed irrigation systems, land register information must be completed on the GIS (Geographic Information Systems) platform. Irrigation Association should know the drill and all irrigation activities should be followed via GIS. Also, measuring the water used in closed irrigation systems is an important factor in the effective operation of water distribution.

The irrigation systems are designed according to the demand method and also the procurement method should be preferred in the preparation of water distribution programs. Irrigation time will be determined by the procurement method. Since water intake from the system can be done through hydrants, it is easier to implement the water distribution program than open systems. Who should water from each hydrant should be determined by the water distribution program. Farmers make their own programs in time. But in closed systems where pressure control is very important, the system should not be intervened.

1 Type author's contact details including email address. Style Paper_Authors (Details)

During the preparation and implementation of water distribution programs for closed irrigation systems, it should be taken into consideration that each irrigation process will be in different geographies, farmers' irrigation habits, not irrigate at night, lack of measurement facilities and the lack of technical knowledge of Irrigation Union managers.

In closed irrigation systems, completion of water distribution programs before the system is operational it will eliminate possible operational problems. Saving water will be most important gain of the system.

Keywords: Planning; Water Distribution Performance; Closed Irrigation System; Water User Organisation.

RESUME

L'irrigation signifie généralement que le besoin en eau des plantes non fourni naturellement est satisfait à partir des ressources et cette eau est obtenue à travers le sol où se trouve la partie racinaire de la plante en temps et en heure et de façon contrôlée. La gestion de l'irrigation vise à utiliser l'eau d'irrigation de manière planifiée afin de fournir la production agricole la plus appropriée et à utiliser les ressources existantes de manière économique.

En raison des ressources en eau limitées, il est obligatoire d'avoir l'économie de l'eau à des fins d'irrigation, d'utiliser l'eau à des fins diverses outre que l'irrigation et l'augmentation de la demande en eau. Il est facile de comprendre que la demande en eau des plantes ne peut être réduite de sorte que l'économie d'eau dans l'irrigation puisse être réalisée lors de son acheminement, de sa distribution et de son application au sol. Les préventions énumérées peuvent être accomplies lorsque des méthodes appropriées de la gestion d'irrigation sont appliquées. La préparation des programmes de distribution d'eau joue un rôle important dans la gestion de l'irrigation.

En Turquie, cependant, des réseaux d'irrigation à canaux ouverts ont été utilisés jusqu'à récemment. Aujourd'hui, ils sont convertis en réseaux fermés à haute pression afin que leur pleine fonctionnalité et la permanence de la contribution économique se poursuivent et que la période de prestations des agriculteurs s'allonge et que des économies d'eau soient réalisées. La consommation excessive de l'eau est le problème remarquable observé dans les réseaux de canaux ouverts ayant la méthode d'irrigation de surface. Avec le passage vers les réseaux fermés sous pression, on peut voir l'augmentation de l'utilisation des méthodes d'irrigation goutte à goutte et par aspersion. Le travaux accomplis par des syndicats de l'eau à cette fin ne sont pas suffisants.

Les systèmes d'irrigation fermés sont les plus faciles à utiliser et à gérer. Cependant, ces systèmes sont coûteux et comportent généralement des pièces mécaniques. Pour cette raison, les activités d'exploitation doivent être effectuées avec soin. Le flux de projet doit être connu comme principal, de réserve et tertiaire pour une bonne exploitation commerciale. Les opérateurs doivent très bien connaître le réseau. De plus, des cartes de pression du système d'irrigation fermé doivent être disponibles. Dans les systèmes d'irrigation fermés, les informations du registre foncier doivent être complétées sur la plateforme SIG (Système d'Information Géographique). L'association d'irrigation doit connaître l'exercice et toutes les activités d'irrigation doivent être suivies via le SIG. De plus, la mesure de l'eau utilisée dans les systèmes d'irrigation fermés est un facteur important dans le fonctionnement efficace de la distribution de l'eau.

Les systèmes d'irrigation fermés sont conçus selon la méthode de la demande et la méthode d'approvisionnement doit également être préférée dans la préparation des programmes de distribution d'eau. Le temps d'irrigation sera déterminé par la méthode d'approvisionnement. Étant donné que la prise d'eau du système peut se faire par des bouches d'incendie, il est plus facile de mettre en œuvre le programme de distribution d'eau par rapport aux systèmes ouverts. Qui devrait arroser en utilisant chaque bouche d'incendie devrait être déterminé par le programme de distribution d'eau. Les agriculteurs font leurs propres programmes dans le temps. Mais dans les systèmes fermés où le contrôle de la pression est très important, le système ne doit pas intervenir.

Lors de la préparation et de la mise en œuvre des programmes de distribution d'eau pour les systèmes d'irrigation fermés, il convient de prendre en compte les choses que chaque processus d'irrigation se fera dans des zones géographiques différentes, les habitudes d'irrigation des agriculteurs telles que de ne pas irriguer pendant la nuit, le manque d'installations de mesure et le manque de connaissances techniques des responsables du Syndicat de l'Irrigation.

Dans les systèmes d'irrigation fermés, l'achèvement des programmes de distribution d'eau avant que le système ne soit opérationnel éliminera les problèmes éventuels d'exploitation. L'économie d'eau sera le profit le plus important du système.

Mots clés : Planification; Performances de la distribution d'eau; Système d'irrigation fermé; Organisation des usagers de l'eau.

Abstracts of Papers received in Response to

Special Session 3: Crop Agronomic and Social Adaptation / Adaptation Agronomique et Sociale des Cultures

INDEX OF ABSTRACT

		Page No.
SS.R.3.01	**Evapotranspiration and Water Productivity of Micro-Irrigated Pistachio Orchards Grown On Non-Saline and Increasingly Salt-Affected Soils In the San Joaquin Valley of California** Évapotranspiration Et Productivité De L'eau Dans Des Vergers De Pistache Micro-Irrigués Cultivés Sur Des Sols Non Salés Et De Plus En Plus Salés Dans La Vallée De San Joaquin En Californie *Daniele Zaccaria, Blake Sanden, Kristen Shapiro, Catherine Mae Culumber, Bruce Lampinen, Khaled Bali, Renata Minhoni, Octavio L. Lagos, Elia Scudiero, Richard L. Snyder (USA)*	335
SS.R.3.02	**Irrigation Management Strategies to Improve Water Productivity and To Insure Sustainability of Water Resources- Case Study: Bakhtegan and Maharloo Water Basin, Iran** Stratégies De Gestion De L'irrigation Pour Améliorer La Productivité De L'eau Et Assurer La Durabilité Des Ressources En Eau - Étude De Cas : Bakhtegan Et Maharloo Bassins D'eau, Iran *Raja Omid, Parsinejad Masoud (Iran)*	337
SS.R.3.03	**Waghad Model of Community Participation in Irrigation Water Management and Sustainable Returns** Modèle Waghad De Participation Communautaire Dans La Gestion De L'eau D'irrigation Et Les Rendements Durables *Dr. Shivaji Sangle, Dr. Sanjay Belsare Balasaheb Chivate (India)*	339
SS.R.3.04	**Assessment of Water Productivity in the Agriculture of the Near East North Africa (Nena) Region** Évaluation De La Productivité De L'eau Dans L'agriculture De La Région Du Proche-Orient Et De L'afrique Du Nord (Nena) *Dr., Fereres, Elías , Dr., Jimenez-Berni, Jose A., Eng., Cabello-Leblic, Arancha, Eng., Lopez-Guerrero, Alicia, Dr. García-Vila, Margarita , Eng., Vallee, Domitille, Dr, Steduto, Pasquale and Eng., El Bendary, Naglaa (Spain)*	341
SS.R.3.05	**Stimulating soils of university of Abuja with na+ cl- radicals and reclamation of na+ cl- salinity using biochar and hydro-leaching technology: a sustainable strategy for Management of saline and sodic soils of nigeria** Stimulation des sols de l'université d'abuja avec des radicaux de na+ cl- et recuperation de la salinité de na+ cl- à l'aide de biochar et de technologie de lixiviation hydrologique: stratégie durable pour la gestion des sols salins et sodiques du nigeria *M. S. Adiaha (Nigeria)*	343

SS.R.3.06 **Spatiotemporal Influence of Precipitation on the Yield of Major Upland Crops In a Temperate Environment: Evidence from South Korea** **345**
Influence Spatio-Temporelle Des Précipitations Sur Le Rendement Des Principales Cultures Des Terres Hautes Dans Un Environnement Tempéré : Preuves De La Corée Du Sud
Golden Odey, Bashir Adelodun, Khalid Adeyemi, and Kyung Sook Choi (South Korea)

SS.R.3.07 **Assessment of the Yield Performance of Probiotics and Fertilizers in Rice (Oryza Sativa L.) Under Alternate Wetting And Drying Irrigation Technique** **347**
Évaluation De La Performance Du Rendement Des Probiotiques Et Des Engrais Dans Le Riz (Oryza Sativa L.) Sous Une Technique D'irrigation Par Mouillage Et Sechage Alternes (Awd)
Joon-Keat Lai, Kuan-Hui Lin,Jia-Qi Zuo, Ying-Tzy Jou, Su-Ju Lin, Yu-Min Wang, and Wen-Shin Lin (Chinese Taipei)

SS.R.3.08 **Design, Construction and Evaluation of Intelligent Filtration System for Urban Wastewater Treatment** **349**
Conception, Construction Et Evaluation D'un Systeme De Filtration Intelligent Pour Le Traitement Des Eaux Usees Urbaines
Pashmforoush, Mahrooz, Khabir, Ali, Mahshad, Pashmforoush (Iran)

SS.R.3.09 **Impacts of Small-Scale Irrigation on Framers' Livelihood: Evidence from the Drought Prone Areas of Upper Awash Sub-Basin, Ethiopia** **350**
Impacts De L'irrigation À Petite Échelle Sur Les Moyens De Subsistance Des Agriculteurs: Preuves Des Zones Sujettes À La Sécheresse Dans Le Sous-Bassin De Haut-Awash, Éthiopie
Husen Maru, Amare Haileslassie, and Tesfaye Zeleke (Ethiopia)

SS.R.3.10 **Application of Biofiltration as an Ecohydrology Tool for Improving Quality of Wastewater for Re-Use In Irrigation** **352**
Application De La Biofiltration Comme Outil D'ecohydrologie Pour Ameliorer La Qualite Des Eaux Usees En Vue De Leur Reutilisation Pour L'irrigation
Kabir Atiku, Dayyabu Muhammad (Nigeria)

SS.R.3.11 **Improving Irrigation Water Management in West African Countries: A Spatio-Temporal Assessment of Irrigation Performance of the Kou Valley Irrigation Scheme in Burkina Faso** **354**
Amelioration De La Gestion D'eau D'irrigation En Afrique De L'ouest: Evaluation Spatio-Temporelle Des Performances D'irrigation Du Perimetre Irrigue De La Vallee Du Kou Au Burkina Faso
Alidou Sawadogo, Louis Kouadio, Farid Traoré, Kemal S. Gündoğdu (Turkey)

SS.R.3.12 **Effects of Subsurface Drip Irrigation and Furrow Irrigation Management on Water Productivity, Growth and Yield Variables and Root Distribution in Sugarcane Cultivation** **356**
Effets De La Gestion De L'irrigation Souterraine Goutte-A-Goutte Et De L'irrigation Par Sillons Sur La Productivité De L'eau, Les Variables De Croissance Et De Rendement Et La Distribution Des Racines Dans La Culture De La Canne A Sucre *A. Sheini Dashtgol, A.A. Naseri, and S. Boroomand-Nasab* (Iran)

SS.R.3.13 **Monitoring and Management of Tertiary Treated Wastewater Quality in Al-Hasa Oasis** **358**
Surveillance Et Gestion De La Qualité Des Eaux Usées Traitées De L'oasis D'al-Hasa
Abdullah M. Butuwaiba, Abdulrahman S. Alablan, Ali El-Naqa and Mohammed A. Alomair (Saudi Arabia)

SS.R.3.14 **Integrated Crop Water Management Program for a Sustainable Irrigation System** **360**
Programme De Gestion Integree De L'eau Agricole Pour Un System D'irrigation Durable
Niaz Waris (Nepal)

SS.R.3.15 **Supplementary Irrigation In Cassava Production** **361**
Irrigation Supplémentaire Dans La Production De Manioc
Sarah Seton, Michael Scobie, Hung Ngoc Nguyen, Tung Nguyen Ba, Imran Malik, and Jochen Eberhard (Australia)

SS.R.3.16 **Benefits of Supplementary Irrigation: Case Study of Sardar Sarovar Project Of Gujarat, India** **363**
Avantages De L'irrigation Supplémentaire : Étude De Cas Du Projet Sardar Sarovar A L'etat Du Gujarat, Inde
Vivek Kapadia (India)

SS.R.3.17 **Use of Wastewater for Irrigation: Global Scenario and Local Context at Golmadhi, Bhaktapur Municipality, Nepal** **365**
Utilisation Des Eaux Usees En Irrigation : Scenario Global Et Contexte Local A Golmadhi, Municipalite De Bhaktapur, Nepal
Karki, Binu and Sharma, Khem Raj (Nepal)

SS.R.3.18 **An Overview of Pollutants in Wastewater and Their Removal Methods for Reuse** **368**
Un Aperçu Des Polluants Dans Les Eaux Usees Et Leurs Methodes D'elimination Pour La Reutilisation
Pashmforoush, Mahrooz, Khabir, Ali (Iran)

SS.R.3.19 **An Overview of Pollutants in Effluent and Their Removal Methods for Reuse** **369**
Un Aperçu Des Polluants Dans Les Eaux Usees Et Leurs Methodes D'elimination Pour La Reutilisation
Pashmforoush, Mahrooz, Khabir, Ali (Iran)

SS.R.3.20 **Investigate the Potential Sites for Surface Irrigation Development a Case of Burie Womberma District in Ethiopia** **370**
Enquête Sur Les Sites Potentiels Pour Le Développement De L'irrigation De Surface: Le Cas Du District De Burie Womberma En Ethiopie
Anmut Enawgaw Kassie, Gizachew Sewagegn (Ethiopie)

SS.R.3.21 **Assessment of Groundwater Potential and Threats for Its Sustainable Use- Case Study Of Greater Thal Canal (Gtc) Area from Punjab Pakistan** **372**
Évaluation Du Potentiel Des Eaux Souterraines Et Des Menaces Pour Leur Utilisation Durable - Étude De Cas De La Région Du Canal Du Grand Thal (Gtc) Au Pendjab Pakistan
Ghulam Zakir-Hassan, Saleem Akhtar, J.F. Punthakey, and Ghulam Shabir (Pakistan)

SS.R.3.22 **Evaluation of Economic Loss Due To Irrigation System Inefficiency: A Case Study of Nepal Gandak West Canal Irrigation System** **374**
Évaluation Des Pertes Économiques Dues À L'inefficacité Des Systèmes D'irrigation : Une Étude De Cas Du Système D'irrigation Du Canal Ouest De Gandak Au Népal
Tikaram Baral, Dipak Bhardwaj, and Bheshraj Thapa (Nepal)

EVAPOTRANSPIRATION AND WATER PRODUCTIVITY OF MICRO-IRRIGATED PISTACHIO ORCHARDS GROWN ON NON-SALINE AND INCREASINGLY SALT-AFFECTED SOILS IN THE SAN JOAQUIN VALLEY OF CALIFORNIA

ÉVAPOTRANSPIRATION ET PRODUCTIVITÉ DE L›EAU DANS DES VERGERS DE PISTACHE MICRO-IRRIGUÉS CULTIVÉS SUR DES SOLS NON SALÉS ET DE PLUS EN PLUS SALÉS DANS LA VALLÉE DE SAN JOAQUIN EN CALIFORNIE

Daniele Zaccaria[1], Blake Sanden[2], Kristen Shapiro[1], Catherine Mae Culumber[3], Bruce Lampinen[4], Khaled Bali[5], Renata Minhoni[1], Octavio L. Lagos[6], Elia Scudiero[7], and Richard L. Snyder[1]

ABSTRACT

California produces about 99% of the total US pistachios and about 30% of the worldwide pistachios. During the last decade, the acreage planted to pistachio in California has progressively expanded on marginal areas with saline and saline-sodic soils, thanks to its economic profitability, as well as to drought and salt tolerance. Between 2016 and 2019 a team of researchers from the University of California (UC) conducted a 4-year field study to measure the actual evapo-transpiration (ETa) and determine the actual crop coefficients (Kca) of mature, well-watered pistachio orchards grown for commercial production with micro-irrigation on non-saline and increasingly salt-affected soils in the San Joaquin Valley of California. ETa was determined from micro-meteorological measurements using the residual of energy balance method with a combination of eddy covariance and surface renewal equipment to quantify the sensible heat flux density. Bi-weekly Kca values were calculated relating ETa to ETo values obtained from automated weather stations of the California Irrigation Management Information System (CIMIS) for the same 2-week periods. ETa and Kca were also related to the field measured percentages of photosynthetically active radiation (fPAR) intercepted by the tree canopies. Periodic measurements of midday stem water potential (Ψstem) were also conducted to assess the tree water status along the course of the growing season and ensure the evapotranspiration information referred to orchards grown in well-watered conditions. The main goal of the study was to determine the effects of soil salinity on tree canopy growth and light interception, ETa and Kca, and nut yield. At the non-saline orchard, the seasonal cumulative ETa (CETa) from April 1st through November 15th averaged 1083 mm, while it progressively decreased to 963 mm, 803 mm, and 753 mm for the low, moderately, and highly saline sites, respectively. The peak values of fPAR ranged from 76% at the non-saline orchard to 60% at the low saline site, 45% at the moderately saline site, and 32% at the highly saline site of the salt-affected orchard. The water productivity (WP) expressed in terms of kilograms of dry in-shell nuts per millimeters of water evapotranspired varied from 4.24 Kg mm^{-1} in the non-saline orchard to 3.60, 4.18, and 2.86 Kg mm^{-1} in the low-saline, moderately saline, and high-saline sites, respectively. The newly

1 Dept. of Land, Air & Water Resources - Univ. of California, Davis, CA - USA, dzaccaria@ucdavis.edu
2 University of California Cooperative Extension, Kern County - Bakersfield, CA - USA
3 University of California Cooperative Extension, Fresno County – Fresno, CA - USA
4 Department of Plant Sciences, University of California, Davis, CA - USA
5 University of California, Kearney Agriculture Research and Extension Center, Parlier, CA - USA
6 Department of Agricultural Engineering, University of Concepcion, Campus of Chillan – Chile
7 Department of Environmental Sciences, University of California, Riverside, CA - USA

developed information on evapotranspiration and water productivity should enable growers and farm managers to improve the resource-efficiency of pistachio production in the San Joaquin Valley of California.

Keywords: Pistacia vera L.; Irrigation water management; ET; Crop coefficient; Salinity.

RESUME

La Californie produit environ 99% des pistaches américaines totales et environ 30% des pistaches mondiales. Au cours de la dernière décennie, les surfaces plantées en pistachier en Californie se sont progressivement étendues sur des zones marginales ayant des sols salins et salins-sodiques, grâce à sa rentabilité économique, ainsi qu'à la tolérance à la sécheresse et au sel. Entre 2016 et 2019, une équipe de chercheurs de l'Université de Californie (UC) a mené une étude sur le terrain pour 4 ans afin de calculer l'évapotranspiration réelle (ETa) et de déterminer le coefficient cultural réel (Kca) des vergers de pistaches matures et bien arrosés cultivés pour la production commerciale en utilisant la micro-irrigation sur des sols non salins et de plus en plus salins dans la vallée de San Joaquin en Californie. L'ETa a été déterminé à partir de mesures micro-météorologiques en utilisant la méthode du résidu de bilan énergétique avec une combinaison de covariance de Tourbillon et d›équipement de renouvellement de surface pour quantifier la densité de flux de chaleur sensible. Les valeurs bihebdomadaires de Kca ont été calculées en rapportant ETa aux valeurs ETo obtenues à partir des stations météorologiques automatisées du California Irrigation Management Information System (CIMIS) pour les mêmes périodes de 2 semaines. ETa et Kca étaient également liés aux pourcentages mesurés sur le terrain de rayonnement photosynthétiquement actif (fPAR) intercepté par les voûtes des arbres. Des mesures périodiques du potentiel hydrique de la tige de midi (Ψstem) ont également été effectuées pour évaluer l'état hydrique des arbres au cours de la saison de croissance et garantir l'information sur l'évapotranspiration par rapport aux vergers cultivés dans des conditions bien arrosées.

L'étude visait principalement à déterminer les effets de la salinité du sol sur la croissance de la voûte des arbres et l'interception de la lumière, ETa et Kca, et le rendement en noix. Au verger non salin, l'ETa cumulatif saisonnier (CETa) du 1er avril au 15 novembre était de 1083 mm en moyenne, alors qu'il diminuait progressivement à 963 mm, 803 mm et 753 mm dans les sites faiblement, modérément et fortement salins, respectivement. Les valeurs maximales de fPAR variaient de 76% au verger non salin à 60% au site faiblement salin, 45% au site modérément salin et 32% au site hautement salin du verger affecté par le sel. La productivité de l'eau (WP) exprimée en kilogrammes de noix sèches en coque par millimètre d'eau évapotranspirée variait de 4,24 Kg mm^{-1} dans le verger non salin à 3,60, 4,18 et 2,86 Kg mm^{-1} dans les sites faiblement, modérément et fortement salins respectivement. Les informations nouvellement développées sur l'évapotranspiration et la productivité de l'eau devraient permettre aux producteurs et aux gestionnaires d'exploitations agricoles d'améliorer l'efficacité des ressources de la production de pistaches dans la vallée de San Joaquin en Californie.

Mots clés : Pistacia vera L.; Gestion de l'eau d'irrigation; ET; Coefficient cultural; Salinité.

IRRIGATION MANAGEMENT STRATEGIES TO IMPROVE WATER PRODUCTIVITY AND TO INSURE SUSTAINABILITY OF WATER RESOURCES- CASE STUDY: BAKHTEGAN AND MAHARLOO WATER BASIN, IRAN

STRATÉGIES DE GESTION DE L'IRRIGATION POUR AMÉLIORER LA PRODUCTIVITÉ DE L'EAU ET ASSURER LA DURABILITÉ DES RESSOURCES EN EAU - ÉTUDE DE CAS : BAKHTEGAN ET MAHARLOO BASSINS D'EAU, IRAN

Raja Omid[8], and Parsinejad Masoud[9]*

ABSTRACT

Increase of irrigated area has led to over-extraction of water from aquifers and sharp decline of groundwater resources in most plains across Iran. Surface water is supplied from the Dorodzan dam supplemented by the groundwater for irrigation, extracted from numerous wells. Uncontrolled expansion of irrigated lands and over-extraction of groundwater has undermined sustainability of aquifers with nearly seven meters' drop of local water table, in the last 11 years, which amounts to loss of an average 112 MCM of non-renewable groundwater per year. The main objective of this study was to provide a combination of irrigation management strategies to manage agricultural water use and minimize excess water extraction from local aquifers. The approach adopted was to select readily available and low-cost strategies including removing irrigation efficiency gaps, modifying cropping calendar and applying controlled irrigation. Adopted strategies do not require change of irrigation systems. AquaCrop 6.0 and CROPWAT 8.0 models were used to examine the effect of above scenarios to improve water productivity. Direct data was collected from 158 farms distributed throughout the region (in the form of two questionnaires). Excessive groundwater extraction, resulting in gradual decline of local watertable, was estimated at 96.3 (8.2%) and 16.2 (5.2%) MCM per year in Dorodzan and Korbal regions, respectively. The results showed reducing irrigation efficiency gaps as compared to the highest obtained rate in the region can lead to saving of 131.5 (11.2%) and 33.8 (10.8%) MCM of water use per year. Selection of an alternate optimum planting date for major crops, can lead to reduction of irrigation water use by 32.1 (2.7%) and 8.1 (2.6%) MCM per year, while water productivity is increased. Controlled deficit irrigation for the major crops, adopted by increasing irrigation intervals and reducing irrigation depths can lead to significant savings of 91.5 (7.8%) and 10.3 (3.4%) MCM of water per year with minimal adverse effects on crop production. The results showed that by adopting above irrigation management strategies the weighted average of crop water productivity can improve from 1.81 to 1.93 Kg/m3 (or by 6.6%) in the Dorodzan region, and from 1.43 to 1.64 Kg/m3 (or by 14.6 %) in the Korbal region. The saved water will result in mitigating the overuse of nonrenewable groundwater resources.

Keywords: In field irrigation Management, Groundwater, Sustainability, Water saving, Iran.

RÉSUMÉ

L'augmentation de la superficie irriguée a entraîné une surextraction de l'eau des aquifères et une forte baisse des ressources en eaux souterraines dans la

8 Ph.D. candidate, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

9 Associate Professor, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. *- Corresponding author: parsinejad@ut.ac.ir

puits. L'expansion incontrôlée des terres irriguées et la surextraction des eaux souterraines ont sapé la durabilité des aquifères avec une baisse de près de sept mètres de la nappe phréatique locale, au cours des 11 dernières années, ce qui équivaut à une perte moyenne de 112 MCM d'eau souterraine non renouvelable par an. L'objectif principal de cette étude était de fournir une combinaison de stratégies de gestion de l'irrigation pour atténuer l'utilisation de l'eau agricole et minimiser l'extraction excessive d'eau des aquifères locaux. L'approche adoptée consistait à sélectionner des stratégies facilement applicables et peu coûteuses, notamment la suppression des écarts d'efficacité de l'irrigation, la modification du calendrier cultural et l'application d'une irrigation déficitaire contrôlée. Les stratégies adoptées ne nécessitent pas de changement des systèmes d'irrigation. Les modèles AquaCrop 6.0 et CROPWAT 8.0 ont été utilisés pour examiner l'effet des scénarios ci-dessus sur l'amélioration de la productivité de l'eau. Des données directes ont été collectées auprès de 158 exploitations réparties sur l'ensemble de la région (sous forme de deux questionnaires). L'extraction excessive d'eau souterraine, entraînant une baisse progressive de la nappe phréatique locale, a été estimée à 96,3 (8,2%) et 16,2 (5,2%) MCM par a dans les régions de Dorodzan et de Korbal, respectivement. Les résultats ont montré que la réduction des écarts d'efficacité de l'irrigation au taux le plus élevé obtenu dans la région peut entraîner une économie de 131,5 (11,2%) et 33,8 (10,8%) MCM d'utilisation d'eau par an. La sélection d'une autre date de plantation optimale pour les principales cultures peut entraîner une réduction de l'utilisation de l'eau d'irrigation de 32,1 (2,7%) et 8,1 (2,6%) MCM par an, tandis que la productivité de l'eau est augmentée. L'irrigation déficitaire contrôlée pour les principales cultures, adoptée en augmentant les intervalles d'irrigation et en réduisant les profondeurs d'irrigation, peut entraîner des économies importantes de 91,5 (7,8%) et 10,3 (3,4%) MCM d'eau par an avec des effets négatifs minimes sur la production agricole. Les résultats ont montré qu'en adoptant les scénarios de gestion de l'irrigation ci-dessus, la moyenne pondérée de la productivité de l'eau des cultures peut s'améliorer de 1,81 à 1,93 Kg/m3 (ou de 6,6 %) dans la région de Dorodzan, et de 1,43 à 1,64 Kg/m3 (ou de 14,6 %) dans la région de Korbal. L'eau économisée permettra d'atténuer la surexploitation des ressources en eaux souterraines non renouvelables.

Mots clés : Gestion de l'irrigation sur le terrain, eaux souterraines, durabilité, économie d'eau, Iran.

WAGHAD MODEL OF COMMUNITY PARTICIPATION IN RRIGATION WATER MANAGEMENT AND SUSTAINABLE RETURNS

MODÈLE WAGHAD DE PARTICIPATION COMMUNAUTAIRE DANS LA GESTION DE L'EAU D'IRRIGATION ET LES RENDEMENTS DURABLES

Dr. Shivaji Sangle[1] Dr. Sanjay Belsare[2] and Er. Balasaheb Chivate [3]

ABSTRACT

The Government of India has been promoting, Participatory Irrigation Management (PIM) by way of formation of Water Users' Associations (WUAs) in many irrigation schemes, with the objectives of achieving improved operation and maintenance of irrigation schemes, improved water use efficiency, improved crop productivity, reduced water conflicts thereby ensuring sustainability in irrigation development and management. Maharashtra State has long experience of community participation in irrigation management. Phad (Block) System and Malgujari Tank System are the best historical examples of the participatory & sustainable irrigation management systems. After 1985, Government of Maharashtra deliberately took keen interest in the formation of water users' co-operative societies / associations. Operation and maintenance of the distribution system is done by those associations themselves. After 2005, Maharashtra Government passed an special Act viz. Maharashtra Management of Irrigation System by the Farmers Act, 2005 for promotion and formation of WUAs.

In this paper, an attempt has been made to study community participation in irrigation water management for sustainability of the farming business in the state of Maharashtra, India. Waghad irritation project has been selected for detailed investigation. Waghad irrigation project is located in the tribal area of Nashik district of Maharashtra, India. Waghad irrigation project is a unique case in which complete control of management, operation and maintenance has been transferred to the federation formed by 24 WUAs existing in this project. This federation is the apex organization called Waghad Project Level Water Users' Association (WPLWUA). The study reveals that the cluster of WUAs of Waghad project is supplying equitable, judicious, timely and assured water to farming community which is the result of an innovative and sustainable irrigation management transfer. It builds up a sense of responsibility amongst the farming community. Beneficiary farmers are taking multiple and varied crops according to their own preferences. Water is distributed on volumetric basis rather than on area basis from tail to head. The construction of water conservation structures in command area has resulted in recharging wells which led to conjunctive use of water. The assured water supply has an in built incentive to promote micro irrigation techniques, which has led to improvement in water use efficiency as well as crop productivity in the command area of the project. Apart from the equitable distribution of water WPLWUA has been entered in divers agri-business activities which lead to employment generation, value addition in agri-business and raising farm return and bringing sustainability in agriculture. This community managed project brought sustainability in farming business. Waghad model of community participation in irrigation water management is very successful and have got several state and national level awards for participatory irrigation management, operation and maintenance of irrigation system in India.

1 Former Member (Economics), Maharashtra Water Resources Regulatory Authority (MWRRA), Mumbai 400005, (M.S.), India Email: sanglest@yahoo.co.in

2 Chief Engineer, Nashik Irrigation Circle, Nashik- 422001 , M.S., India, belsare.sanjay@gmail.com

3 Director (Technical), International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), Chanakyapuri, New Delhi – 110021, India Email: bachivate@icid.org

Keywords: Community Participation; Water Users' Association; Waghad Irrigation Project; Sustainable Returns.

RESUME

Le gouvernement indien a promu la gestion participative de l'irrigation (PIM) par l'établissement des Associations d'usagers de l'eau (WUA) dans de nombreux périmètres irriguées pour améliorer l'exploitation et l'entretien des périmètres irriguées, l'efficacité de l'utilisation de l'eau, la productivité des cultures, réduire des conflits liés à l'eau, assurant ainsi la durabilité du développement et de la gestion de l'irrigation. L'État de Maharashtra possède une longue expérience de la participation communautaire dans la gestion de l'irrigation. Le système Phad (bloc) et le système de réservoir Malgujari sont les meilleurs exemples historiques des systèmes de gestion d'irrigation participative et durable. Après 1985, le gouvernement de Maharashtra s'est délibérément intéressé à la création de sociétés/associations coopératives d'usagers de l'eau. L'exploitation et l'entretien du système de distribution sont assurés par ces associations elles-mêmes. Après 2005, le gouvernement de Maharashtra a adopté une Loi spéciale à savoir, Maharashtra Management of Irrigation System by the Farmers Act, 2005 pour la promotion et la création des AUE.

Dans cet article, une tentative a été faite pour étudier la participation communautaire dans la gestion de l'eau d'irrigation pour la durabilité de l'entreprise agricole dans l'État de Maharashtra, en Inde. Le projet d'irritation de Waghad a été retnu pour une enquête détaillée. Le projet d'irrigation de Waghad est situé dans la zone tribale du district de Nashik de Maharashtra, en Inde. Le projet d'irrigation de Waghad est un cas unique dans lequel le contrôle complet de la gestion, de l'exploitation et de la maintenance a été transféré à la fédération établie par les 24 AUE existantes de ce projet. Cette fédération est l'organisation apex appelée Waghad Project Level Water Users' Association (WPLWUA). L'étude révèle que le groupe d'AUE du projet Waghad fournit l'eau équitable, judicieuse, opportune et assurée à la communauté agricole, donnant lieu à un transfert de gestion de l'irrigation innovant et durable. Cela renforce le sens des responsabilités au sein de la communauté agricole. Les agriculteurs bénéficiaires cultivent des cultures multiples et variées selon leurs propres préférences. L'eau est distribuée sur une base volumétrique plutôt que sur une base de surface de la queue à la tête. La construction de structures de conservation de l'eau dans la zone de commande a entraîné la recharge des puits, ce qui a conduit à une utilisation conjointe de l'eau. L'approvisionnement en eau assuré a une incitation intégrée à promouvoir les techniques de micro-irrigation, ce qui a conduit à une amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau ainsi que de la productivité agricole dans la zone de commande du projet. Outre la distribution équitable de l'eau, la WPLWUA a été introduite dans diverses activités agro-industrielles qui conduisent à la création d'emplois, à la valeur ajoutée dans l'agro-industrie, à l'augmentation du rendement agricole et à la durabilité de l'agriculture. Ce projet géré par la communauté a apporté la durabilité dans les entreprises agricoles. Le modèle Waghad de participation communautaire dans la gestion de l'eau d'irrigation a connu du succès et a obtenu plusieurs prix au niveau d'état et national pour la gestion participative de l'irrigation, l'exploitation et l'entretien du système d'irrigation en Inde.

Mots-clés : Participation communautaire; Association des usagers de l'eau; Projet d'irrigation de Waghad; Rendements durables.

ASSESSMENT OF WATER PRODUCTIVITY IN THE AGRICULTURE OF THE NEAR EAST NORTH AFRICA (NENA) REGION

ÉVALUATION DE LA PRODUCTIVITÉ DE L›EAU DANS L›AGRICULTURE DE LA RÉGION DU PROCHE-ORIENT ET DE L›AFRIQUE DU NORD (NENA)

Dr., Fereres, Elías[1], Dr., Jimenez-Berni, Jose A.[2], Eng., Cabello-Leblic, Arancha[3], Eng., Lopez-Guerrero, Alicia[4], Dr., García-Vila, Margarita[5], Eng., Vallee, Domitille[6], Dr., Steduto, Pasquale[7] and Eng., El Bendary, Naglaa[8]

ABSTRACT

Crop water productivity (WP) is a metric that has become relevant in water scarcity situations such as those encountered in the agriculture of the NENA region. An assessment of the WP was undertaken in eight NENA countries where WP has been measured in a variety of crops and environments. To carry out meaningful WP comparisons, it was understood that the WP values had to be normalized to account for variations in evaporative demand. A normalization procedure has been developed and tested in maize growing in four different locations in Egypt where evaporative demand varied using the Aqua Crop simulation model and experimental observations. The results showed that, while there was a tight negative correlation between WP and ETc, the normalization factor eliminated most of the WP differences to the point that there was no correlation between ETc and normalized WP. Another exercise to illustrate the value of determining the marginal irrigation water productivity (MIWP) for wheat was carried out, and it was found that the experimental values observed indicate that irrigated wheat in Egypt is produced close to the maximum potential in that environment.

Keywords: Water scarcity; Water productivity; NENA region; Marginal irrigation.

RESUME

La productivité de l'eau agricole (PE) est une mesure pertinente dans les situations de pénurie d'eau telles que celles rencontrées par l'agriculture de la région NENA. Une évaluation de la productivité de l'eau (PE) a été entreprise dans huit pays de la région NENA où la productivité de l'eau (PE) a été mesurée en ce qui concerne une variété de cultures et d'environnements. Pour effectuer des comparaisons significatives de PE, il était entendu que les valeurs de la productivité de l'eau devaient être normalisées pour tenir compte des variations de la demande d'évaporation. Une procédure de normalisation a été développée et testée en Égypte sur la culture du maïs dans quatre endroits différents où la demande d'évaporation variait utilisant le modèle de simulation Aqua Crop et d'observations expérimentales. Les résultats ont montré que, bien qu'il y ait une corrélation négative étroite entre la PE et l'ETc, le facteur de normalisation a éliminé la plupart des différences de PE au point qu'il n'y avait

1 Professor, University of Cordoba and Institute for Sustainable Agriculture -CSIC, Spain, ag1fecae@uco.es
2 Doctor, Institute for Sustainable Agriculture -CSIC, Spain, berni@ias.csic.es
3 Engineer, University of Cordoba, Spain, o82calea@uco.es
4 Engineer, University of Cordoba, Spain, g12logua@uco.es
5 Doctor, Institute for Sustainable Agriculture -CSIC, Spain, mgarcia-vila@ias.csic.es
6 Engineer, Food and Agriculture Organization, Egypt, Domitille.Vallee@fao.org
7 Doctor, Food and Agriculture Organization, Italy, pasquale.steduto@fao.org
8 Engineer, Food and Agriculture Organization, Egypt, Naglaa.Elbendary@fao.org

pas de corrélation entre l'ETc et la PE normalisée. Un autre exercice pour montrer la valeur de la détermination de la productivité marginale de l'eau d'irrigation (MIWP) pour le blé a été réalisé, et il a été constaté que les valeurs expérimentales observées indiquent que le blé irrigué en Égypte est produit près du potentiel maximum dans cet environnement.

Mots-clés : Pénurie d›eau; Productivité de l›eau; Région NENA; Irrigation marginale.

STIMULATING SOILS OF UNIVERSITY OF ABUJA WITH NA^+ CL^- RADICALS AND RECLAMATION OF NA^+ CL^- SALINITY USING BIOCHAR AND HYDRO-LEACHING TECHNOLOGY: A SUSTAINABLE STRATEGY FOR MANAGEMENT OF SALINE AND SODIC SOILS OF NIGERIA

STIMULATION DES SOLS DE L'UNIVERSITÉ D'ABUJA AVEC DES RADICAUX DE NA^+ CL^- ET RECUPERATION DE LA SALINITÉ DE NA^+ CL^- À L›AIDE DE BIOCHAR ET DE TECHNOLOGIE DE LIXIVIATION HYDROLOGIQUE: STRATÉGIE DURABLE POUR LA GESTION DES SOLS SALINS ET SODIQUES DU NIGERIA

M. S. ADIAHA[1]

ABSTRACT

The continual piling up of soluble salts geared by unsustainable land management, unsustainable agriculture including and the vagrancies in the earth climatic system has worsen the hardship faced in many lands of the world. The resultant effect of piling up of soluble salts in soil layers among other contaminates has left wounded marks and is continually opening-up fresh wounds on humanity food-environment-climate nexus, with a possibility of worsening the case in more than 75% of the cases. Out of the 80% increase in environmental problems in Asia, relating to salt-soil toxicity to deforestation, more than 50% increase-intensely is in African and this painful experience in salt-affected land-led to the migration to meet the climatic impact. With more than 48% loss in environmental functionality on salty-lands in near East and North Africa has alternated habitat, the impact of high-salt toxicity keeps on ringing and stressing humankind. This list of hardships is inexhaustive and heart-broken. In this article author is presenting a view that if sustainable remediation is not taken then we will have more malnourished and sick people in years to come, our environment will be more polluted and toxic, our water system will become more and more difficult to remediate, there could be increase in local, national and international conflict along with other unforeseen unpleasant happenings.

To contribute as a model towards a sustainable solution to this problem and for the reclamation and management of global Salt Affected Soils, this study investigated soil salinity status within the University of Abuja landmass, where stimulations and laboratory studies were conducted to induce soil samples with 70g of Na+ Cl- radicals which follows a reclamation procedure with 70 g of biochar technology and leaching with one (1) litre of distil water. The two reclamation strategies were able to reclaim soils induced with induce Na+ Cl- radicals at a Coefficient of Variation value at (CV=62%) which indicated a high variability potential in the reclamation technology. Forecasting result indicated that the area could remain free of salt, but if unsustainable practices like application of untreated wastewater for irrigation then a percentage of high dosage of salt (4.3 dS/m for Na+ Cl-) could result as observed during the inducement stage of this experiment. Hence biotechnical tools like Biochar at 70g is recommended for reclamation at a pot-stage of salinity influence, and at a larger dosage for larger fields, as this could drive sustainable soil productivity.

1 Department of Planning, Research Extension & Statistics, Nigeria Institute of Soil Science (NISS)

* Correspondence Author: sundaymonday@niss.gov.ng , mondaysadiaha@gmail.com

Keywords: Salt-affected soil; Reclamation; Soil sustainability; Clean mechanism; Sodic-soil sequestration.

RÉSUMÉ

L'accumulation continue de sels solubles due à une gestion non durable des terres, à une agriculture non durable et aux caprices du système climatique terrestre a aggravé les difficultés rencontrées dans de nombreux pays du monde. L'effet d'entassement des sels solubles dans les couches du sol, parmi d'autres contaminants, a laissé des traces et ouvre continuellement de nouvelles blessures sur le lien entre l'alimentation, l'environnement et le climat de l'humanité, avec une possibilité de plus de 75% dans le pire des cas. De l'augmentation de plus de 80% des problèmes environnementaux en Asie, liée à la toxicité des sols salins et à la déforestation, à l'augmentation de plus de 50% - intensément en Afrique - de l'expérience douloureuse de la migration due à l'impact climatique sur les terres salines, en passant par la perte de plus de 48 % de la fonctionnalité environnementale dans les zones d'embarquement sur les terres salines du Proche-Orient et de l'Afrique du Nord qui ont changé d'habitat, l'impact de la toxicité des sols salins ne cesse de sonner et de stresser l'humanité. Cette liste est inépuisable et brise le cœur. Elle montre que si des mesures correctives durables ne sont pas prises, nous aurons plus de personnes mal nourries et malades dans les années à venir, notre environnement sera plus pollué et toxique, notre système d'eau deviendra de plus en plus difficile à assainir, il pourrait y avoir une augmentation des conflits locaux, nationaux et internationaux parmi d'autres événements désagréables imprévus. Pour contribuer comme une modalité vers une solution durable à ce problème et pour la récupération et la gestion des sols affectés par le sel global, cette étude a enquêté sur l'état de salinité du sol dans la masse terrestre de l'Université d'Abuja, où des stimulations et des études de laboratoire ont été menées pour induire des échantillons de sol avec 70g de radicaux Na + Cl - qui suit une procédure de récupération avec 70 g de technologie de biochar et de lixiviation avec un (1) litre d'eau distillée. Les deux stratégies de récupération ont été capables de récupérer les sols induits avec des radicaux Na+ Cl- à un coefficient de variation de (CV=62%) qui indique un potentiel de variabilité élevé dans la technologie de récupération. Les résultats de la prévision indiquent que la zone pourrait rester exempte de sel, mais si des pratiques non durables comme l'application d'eaux usées non traitées pour l'irrigation, alors un pourcentage à haute dose de sel (4,3 dS/m pour Na+ Cl-) pourrait résulter comme observé pendant la phase d'induction de cette expérience. Par conséquent, les outils biotechniques comme le Biochar à 70g sont recommandés pour la récupération à un stade de pot de l'influence de la salinité, et à un dosage plus élevé pour les champs plus grands, car cela pourrait conduire à une productivité durable du sol.

Mots clés : Sol salin; Récupération; Durabilité du sol; Mécanisme propre; Séquestration du sol sodique.

SPATIOTEMPORAL INFLUENCE OF PRECIPITATION ON THE YIELD OF MAJOR UPLAND CROPS IN A TEMPERATE ENVIRONMENT: EVIDENCE FROM SOUTH KOREA

INFLUENCE SPATIO-TEMPORELLE DES PRÉCIPITATIONS SUR LE RENDEMENT DES PRINCIPALES CULTURES DES TERRES HAUTES DANS UN ENVIRONNEMENT TEMPÉRÉ : PREUVES DE LA CORÉE DU SUD

Golden Odey[1], Bashir Adelodun[1], Khalid Adeyemi[1], and *Kyung Sook Choi[12]

ABSTRACT

It is crucial to understand the spatiotemporal dynamics of meteorological variables in a changing climate, especially under rain-fed agriculture. Korea's agriculture system has been significantly influenced by climate change over the years. Changes in rainfall regimes have influenced agriculture, stockbreeding and water resources. In this study, we examined the spatiotemporal influence of precipitation amongst other important climate variables (minimum and maximum temperature, relative humidity, and sunshine) on the yield of important upland crops (soybean, barley and wheat) in South Korea, using records from sixty synoptic stations during 1979 – 2015. Specifically, the study analyzed yield characteristics using statistical tests, evaluated climate features over the study period using the Mann-Kendall test, and analyzed the relationship between respective crop yield and climatic variables through a multiple regression model analysis. Results indicate significant influences of precipitation, relative humidity, sunshine, and temperature changes on upland crop yield. The study suggests the modification of agronomic practices to address expected weather extremes such as periods with heavy rainfall or drought. The study further suggests the development of flood-resistant and heat/drought-resistant high-yielding varieties of these crops to cope with and mitigate adverse changes in climate.

Keywords: Climate change; Precipitation; Upland crops; Food security; Korea.

Il est essentiel de comprendre la dynamique spatio-temporelle des variables météorologiques dans un climat changeant, en particulier dans les conditions de l'agriculture pluviale. Au fil des années, le système agricole coréen a été influencé de manière considérable par le changement climatique. Les changements dans les régimes pluviométriques ont influencé l'agriculture, l'élevage et les ressources en eau. Dans cette étude, nous avons examiné l'influence spatio-temporelle des précipitations parmi d'autres variables climatiques importantes (température minimale et maximale, humidité relative et ensoleillement) sur le rendement d'importantes cultures des terres hautes (soja, orge et blé) en Corée du Sud, à l'aide d'enregistrements de soixante stations synoptiques de 1979 à 2015. Plus précisément, l'étude a analysé les caractéristiques de rendement à l'aide de tests statistiques, évalué les caractéristiques climatiques au cours de la période d'étude à l'aide du test de Mann-Kendall et analysé la relation entre le rendement respectif des cultures et les variables climatiques grâce à une analyse de modèle de régression multiple. Les résultats indiquent des influences significatives des précipitations, de l'humidité relative, de l'ensoleillement et des changements

1 Department of Agricultural Civil Engineering, Kyungpook National University, Daegu, Korea
2 Institute of Agricultural Science & Technology, Kyungpook National University, Daegu, Korea

de température sur le rendement agricole des hautes terres. L'étude propose la modification des pratiques agronomiques pour faire face aux extrêmes météorologiques attendus tels que les périodes de fortes pluies ou de sécheresse. L'étude propose en outre le développement de variétés à haut rendement résistantes aux inondations et à la chaleur/à la sécheresse de ces cultures pour faire face et atténuer les changements climatiques défavorables.

Mots clés : Changement climatique; Précipitation; Cultures des terres hautes; Sécurité alimentaire; Corée.

ASSESSMENT OF THE YIELD PERFORMANCE OF PROBIOTICS AND FERTILIZERS IN RICE (ORYZA SATIVA L) UNDER ALTERNATE WETTING AND DRYING IRRIGATION TECHNIQUE

ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE DU RENDEMENT DES PROBIOTIQUES ET DES ENGRAIS DANS LE RIZ (ORYZA SATIVA L.) SOUS UNE TECHNIQUE D'IRRIGATION PAR MOUILLAGE ET SÉCHAGE ALTERNÉS (AWD)

Joon-Keat Lai[1], Kuan-Hui Lin[1],Jia-Qi Zuo[1], Ying-Tzy Jou[2], Su-Ju Lin[3], Yu-Min Wang[4], and Wen-Shin Lin[1,*1]

ABSTRACT

With climate change, water resources are gradually decreasing. Alternate wetting and drying (AWD) irrigation in planting rice is a well-known optimized agricultural water management strategy. AWD uses much less water than usual system in planting rice with flooding irrigation. Moreover, overuse of the application of nitrogen fertilizer under AWD may cause the soil acidification, results in significant yield reductions. Therefore, to reduce fertilizer application under AWD irrigation, the performance of probiotics (Bacillus subtilis) that incorporated with the reduced fertilizer is investigated on the phenotyping traits related to yield in 2018 - 2019. In the second crop season of 2018, the performance of tillers number values of 75 - 100% fertilization rate was similar that are significantly higher than 25 – 50% fertilization rate and non-fertilized group in the second crop season of 2018. On the other hand, in the first crop season of 2019, the performance of tillers number values of 50% fertilization rate was higher than the other treatments. Furthermore, for the single clump yield, the performance of the 75% fertilization rate was similar to that of the 100 % fertilization rate in the second crop season of 2018. However, in the first crop season of 2019, the performance of 50% fertilization rate in the single clump yield was significantly more than the other treatments. For the grain number per panicle, the performance of 50% fertilization rate was significantly higher in both the second crop season of 2018 and the first crop season of 2019. In conclusion, based on the AWD irrigation that reduce water 15 - 30%, the results of this study indicated that the nitrogen fertilization rate could be reduced by about 25 – 50% incorporated with probiotics (Bacillus subtilis) with a possible yield increasing.

Keywords: Alternate wetting and drying (AWD); Probiotics; Nitrogen fertilizer.

RESUME

Avec le changement climatique, les ressources en eau diminuent de manière progressive. L'irrigation par mouillage et séchage alternés (AWD) dans la plantation du riz est une stratégie

1 Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science and Technology. NO. 1, Shuefu Road, Neipu, Pingtung 91201, Taiwan (R.O.C.); E-mail: wslin@mail.npust.edu.tw

2 Department of Biological Science and Technology, National Pingtung University of Science and Technology. NO. 1, Shuefu Road, Neipu, Pingtung 91201, Taiwan (R.O.C.); E-mail: ytjou@mail.npust.edu.tw

3 Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science and Technology. NO. 1, Shuefu Road, Neipu, Pingtung 91201, Taiwan (R.O.C.); E-mail: youyou@mail.npust.edu.tw

4 General Research Service Center, National Pingtung University of Science and Technology. NO. 1, Shuefu Road, Neipu, Pingtung 91201, Taiwan (R.O.C.); E-mail: wangym@mail.npust.edu.tw

* Corresponding author

bien connue pour avoir la gestion optimisée de l'eau agricole. L'AWD utilise beaucoup moins d'eau que le système habituel de plantation du riz avec l'irrigation par inondation. De plus l'application excessive d'engrais azotés sous AWD peut provoquer l'acidification du sol, entraînant des réductions de rendement importantes. Par conséquent, pour réduire l'application d'engrais sous irrigation AWD, la performance des probiotiques (Bacillus subtilis) incorporés à l'engrais réduit est étudiée sur les traits de phénotypage liés au rendement en 2018 - 2019. Au cours de la deuxième saison agricole de 2018, la performance des valeurs du nombre de talles du taux de fertilisation de 75 - 100% était similaire qui sont significativement supérieurs au taux de fertilisation de 25 - 50% et le groupe non fertilisé au cours de la deuxième saison agricole de 2018. D'autre part, au cours de la première saison agricole de 2019, la performance des valeurs du nombre de talles du taux de fertilisation à 50% était plus élevée que d'autres traitements. De plus, pour le rendement en monobloc, la performance du taux de fertilisation à 75% était similaire à celle du taux de fertilisation à 100 % lors de la deuxième saison agricole de 2018. Cependant, dans la première saison agricole de 2019, la performance du taux de fertilisation à 50% dans le rendement en monobloc était significativement supérieure à celui des autres traitements. Pour le nombre de grains par panicule, la performance du taux de fertilisation de 50% était significativement plus élevée à la fois pendant la deuxième saison agricole de 2018 et la première saison agricole de 2019. En conclusion, sur la base de l'irrigation AWD qui réduit l'utilisation de l'eau de 15 à 30%, les résultats de cette étude ont indiqué que le taux de fertilisation azotée pouvait être réduit d'environ 25 à 50% en incorporant des probiotiques (Bacillus subtilis) avec une éventuelle augmentation du rendement.

Mots-clés : Irrigation par mouillage et séchage alternés (AWD); Probiotiques; Engrais azoté.

DESIGN, CONSTRUCTION AND EVALUATION OF INTELLIGENT FILTRATION SYSTEM FOR URBAN WASTEWATER TREATMENT

CONCEPTION, CONSTRUCTION ET ÉVALUATION D'UN SYSTÈME DE FILTRATION INTELLIGENT POUR LE TRAITEMENT DES EAUX USÉES URBAINES

Pashmforoush, Mahrooz[1], Khabir, Ali[2], and Mahshad, Pashmforoush[3]

ABSTRACT

Due to the increasing population and scarcity of water resources in the country, reusing treated wastewater can be considered as a way to overcome the water shortage. The purpose of this study is to investigate various organic and mineral organic compounds and their combinations in order to compare their effects on reducing and eliminating pollutants using a biological filtration system and a smart nitrate detector system including nitrate ion-selective electrode and a control unit to control the amount of nitrate in the wastewater from the biological filtration system (biofilter) in urban wastewater treatment (effluent from the treatment plant of the Isfahan University of Technology). The results showed that the highest amount of nitrate removal was 55/51% at 67/26 pH related to zeolite in the sixth stage of the experiment. The amounts of nitrate reduction for wood chips, sugarcane, and wheat were 41/16, 43/04, and 43/04 percent, respectively, at pH= 7/06, 6.83, and 6.77. The adsorption rate for layered treatments is 42/80, 44/33, 44/29, 43.04%, which show more absorption than the main treatments. Results did not differ significantly in the T-Test between data measured by controller and pH Meter. This controller can be used in nitrate detecting intelligent systems to read voltage values, and also to command the solenoid to open and close.

Keywords : Wastewater; Plant filtration system; Controller; Nitrate ion Selective electrode.

RÉSUMÉ

En raison de l'augmentation de la population et de la rareté des ressources en eau dans le pays, la réutilisation des eaux usées traitées peut être considérée comme un moyen de pallier la pénurie d'eau. Cette étude visait à étudier divers composés organiques et minéraux organiques et leurs combinaisons afin de comparer leurs effets sur la réduction et l'élimination des polluants sous la forme d'un système de filtration biologique et d'un système intelligent de détection des nitrates comprenant une électrode sélective des ions nitrates et un contrôle unité pour contrôler de la quantité de nitrate dans les eaux usées du système de filtration biologique (biofiltre) dans le traitement des eaux usées urbaines (effluent de la station d'épuration de l'Université de technologie d'Ispahan). Les résultats ont montré que la quantité la plus élevée d'élimination des nitrates était de 55/51% à un pH de 67/26 par rapport à la zéolite dans la sixième étape de l'expérience. Les quantités de réduction des nitrates pour les copeaux de bois, la canne à sucre et le blé étaient de 41/16, 43/04 et 43/04 pour cent, respectivement, à pH = 7/06, 6,83 et 6,77. Le taux d'adsorption pour les traitements en couches est de 42/80, 44/33, 44/29, 43,04%, ce qui montre plus d'absorption que les traitements principaux. Les résultats ne différaient pas significativement dans le test T entre les données mesurées par le contrôleur et le pH-mètre. Ce contrôleur peut être utilisé dans un système intelligent de détection de nitrate pour lire les valeurs de tension et également pour commander l'ouverture et la fermeture du solénoïde

Mots clés : Eaux usées; Système de filtration des plantes; Contrôleur; Ion nitrate Électrode sélective.

1 Main author, Ahwaz Water and Wastewater Co., Iran, Mahrooz_p66@yahoo.com
2 Author, Roz Sazeh Parsian Engineering Co., Iran, Alikhabir23@gmail.com
3 Author, Roz Sazeh Parsian Engineering Co., Iran, mahshadpash@gmail.com

IMPACTS OF SMALL-SCALE IRRIGATION ON FRAMERS' LIVELIHOOD: EVIDENCE FROM THE DROUGHT PRONE AREAS OF UPPER AWASH SUB-BASIN, ETHIOPIA

IMPACTS DE L'IRRIGATION À PETITE ÉCHELLE SUR LES MOYENS DE SUBSISTANCE DES AGRICULTEURS: PREUVES DES ZONES SUJETTES À LA SÉCHERESSE DANS LE SOUS-BASSIN DE HAUT-AWASH, ÉTHIOPIE

Husen Maru[1 2], Amare Haileslassie[3], and Tesfaye Zeleke[1]

ABSTRACT

Irrigation farming has persisted and being an important mechanism to mitigate risks associated with the variability in rainfall under the smallholder subsistence farming system. This study analyzed how practicing small-scale irrigation (SSI) impacts the critical livelihood assets on farm households' human, physical, natural, financial, and social capitals in Ethiopia's upper Awash sub-basin. The household-level survey data, collected from the 396 sample households, was used to carry out the current study. A propensity score matching (PSM) analytical model was applied to match the SSI user and non-user groups. The magnitudes of the difference between the five capital assets of livelihood, such as human, physical, natural, financial, and social, were estimated using the PSM's Nearest Neighbour, Radius, Kernel Mahalanobis, and Stratification matching criteria. The results indicated that farmers' participation in SSI has enhanced the capital assets of the farm households. The SSI users were better off in the variety of food consumed (0.28±0.13 Standard Error [SE]), types of crops produced (0.60±0.17 SE), expenditures on land renting, and agricultural inputs (3118±877 SE) measured in Ethiopian Birr (ETB), as well as on-farm (9024±2267 SE ETB) and non-farm (3766±1466 SE ETB) incomes. Challenges such as the involvement of local brokers in the market value chain and the absence of farmers' marketing cooperatives have reduced the benefit of irrigated agriculture. Hence, expansion of SSI schemes for the non-user farmers should consider improving the water usage mechanism and productivity, establishing proper water allocation institutions between up and down streams and limiting the role of brokers in the irrigation product marketing chain be future policy directions.

Keywords: Small-scale irrigation; Livelihood capital assets; Propensity score matching; Drought-prone areas; Upper Awash sub-basin; Ethiopia.

RESUME

L'agriculture irriguée a persisté à être un mécanisme important pour atténuer les risques associés à la variabilité apportée par les précipitations dans le système d'agriculture de subsistance des petits exploitants. Cette étude a analysé l'impact de la pratique de l'irrigation à petite échelle (SSI) sur les moyens de subsistance essentiels des ménages agricoles dans le capital humain, physique, naturel, financier et social dans le sous-bassin d'Haut-Awash en Éthiopie. Les données de l'enquête au niveau des ménages, recueillies auprès des 396 ménages de l'échantillon, ont été utilisées pour mener à bien l'étude actuelle. Un

1 Center for Environment and Development Studies, Addis Ababa University, P.O. Box 1176, Addis Ababa, Ethiopia.

2 Department of Geography and Environmental Studies, Wolaita Sodo University, P.O. Box 138, Sodo, Ethiopia

3 International Water Management Institute (IWMI), P.O. Box 5689, Addis Ababa, Ethiopia.

modèle analytique d'appariement des coefficients de propension (PSM) a été appliqué pour faire correspondre les groupes d'utilisateurs et de non-utilisateurs de SSI. L'ampleur de la différence entre les cinq actifs capitaux des moyens de subsistance, tels que les actifs humains, physiques, naturels, financiers et sociaux, a été estimée à l'aide des critères d'appariement du plus proche voisin, du rayon, du noyau Mahalanobis et de la stratification du PSM. Les résultats ont indiqué que la participation des agriculteurs au SSI a amélioré le capital des ménages agricoles. Les utilisateurs du SSI étaient mieux placés dans la variété des aliments consommés (0,28 ± 0,13 l'erreur type [SE]), les types de cultures produites (0,60 ± 0,17 SE), les dépenses en location de terres et les intrants agricoles (3118 ± 877 SE) mesurés en Birr éthiopien (ETB), ainsi que les revenus agricoles (9024±2267 SE ETB) et non agricoles (3766±1466 SE ETB). Des défis tels que l'implication des courtiers locaux dans la chaîne de valeur du marché et l'absence de coopératives de commercialisation des agriculteurs ont réduit les avantages de l'agriculture irriguée. Par conséquent, l'expansion des programmes SSI pour les agriculteurs non utilisateurs devrait envisager d'améliorer le mécanisme d'utilisation de l'eau et la productivité, d'établir les institutions pour la répartition appropriée de l'eau entre les cours d'eau en amont et en aval et de limiter le rôle joué par les courtiers dans la chaîne de commercialisation des produits d'irrigation comme orientations politiques futures.

Mots clés : Petite irrigation; Capitaux de subsistance; Appariement des coefficients de propension; Zones sujettes à la sécheresse; Sous-bassin de Haut-Awash; Ethiopie.

APPLICATION OF BIOFILTRATION AS AN ECOHYDROLOGY TOOL FOR IMPROVING QUALITY OF WASTEWATER FOR RE-USE IN IRRIGATION

APPLICATION DE LA BIOFILTRATION COMME OUTIL D'ÉCOHYDROLOGIE POUR AMÉLIORER LA QUALITÉ DES EAUX USÉES EN VUE DE LEUR RÉUTILISATION POUR L'IRRIGATION

Kabir Atiku*[1], Dayyabu Muhammad Z[1,2]

ABSTRACT

This study assessed the impact of Ecohydrology on water resources management, and the potential of a biofiltration system using a constructed wetland, in removing heavy metals and physico-chemical contaminants from wastewater of the National Water Resources Institute Kaduna (NWRI).

A total of twenty (20) wastewater samples from the inlet (Typha Angustifolia and Water Hyacinth) and the outlet (Typha Angustifolia and Water Hyacinth) of the constructed wetland cells were collected using clean dried plastic bottles. The wastewater samples were taken to the Laboratory of NWRI and analysed for total suspended solids (TSS), Nitrate (NO3-), Phosphate (PO43-), Biological Oxygen Demand (BOD5) and faecal coliform (FC), while for the heavy metals a previous study result was used.

The constructed wetland as a biofiltration tool was able to remove considerable amounts of physico-chemical contaminants from the wastewater of NWRI staff quarters. The removal efficiencies obtained from the research by the constructed wetland for TSS was 80.18% for Typha angustifolia and 71.75% for water hyacinth. The constructed wetland removal efficiencies for NO3- were 73.62% for the typha angustifolia and 80.47% for the water hyacinth. For PO43, the typha cell's removal efficiencies were 67.18% and 67.46% for water hyacinth. The removal efficiencies of FC for the typha angustifolia cell were 58.40% and 95.84% for water hyacinth. Lastly, the BOD5 removal efficiencies were 34.03% for the typha angustifolia and 26.95% for water hyacinth. The results from the statistical analysis showed a correlation between the typha angustifolia and water hyacinth cells at $p<0.01$ while the oneway ANOVA results at $p<0.05$ showed that the null hypothesis was accepted for all the efficiencies.

The study shows that the constructed wetland cells were able to remove considerable amounts of pollutants, with a removal efficiency of more than 50% in all the contaminants except BOD5 with less than 40%. The study concluded that the removal efficiencies of the contaminants were higher in the water hyacinth cell than the typha angustifolia cell except in TSS and BOD5. The results of the treated effluent by the constructed wetland for the physico-chemical parameters are within the permissible limits of Food and Agricultural Organisation (FAO) and World Health Organisation (WHO) effluent standards except for PO43-, making the treated effluent amenable for wastewater reuse in agriculture.

Keywords : Ecohydrology; Biofiltration system; Wastewater; Wetland; Pollutant.

RESUME

Cette étude a évalué l'impact exercé par l'écohydrologie sur la gestion des ressources en eau et le potentiel d'un système de biofiltration utilisant une zone humide artificielle pour éliminer

1 Federal Ministry of Water Resources, Abuja, Nigeria (atikkukabir@gmail.com)
2 United Graduate School of Agricultural Sciences, Tottori University, Japan.

Special Session

les métaux lourds et les contaminants physico-chimiques des eaux usées de l'Institut national des ressources en eau de Kaduna (INRE).

Au total, vingt (20) échantillons d'eaux usées provenant de l'entrée (Typha Angustifolia et de la Jacinthe d'eau) et de la sortie (Typha Angustifolia et de la Jacinthe d'eau) des cellules de zones humides construites ont été prélevés à l'aide de bouteilles en plastique propres et séchées. Les échantillons d'eaux usées ont été prélevés au laboratoire de l'INRE et analysés pour les solides en suspension totaux (TSS), les nitrates (NO3-), les phosphates (PO43-), la demande biologique en oxygène (DBO5) et les coliformes fécaux (FC), tandis que pour les métaux lourds un résultat d'étude antérieur a été utilisé.

La zone humide artificielle utilisée comme outil de biofiltration a pu éliminer des quantités considérables de contaminants physico-chimiques des eaux usées des logements du personnel de l'INRE. Les efficacités d'élimination obtenues à partir de la recherche par la zone humide artificielle pour le TSS étaient de 80,18% pour Typha angustifolia et de 71,75% pour la jacinthe d'eau. Les efficacités d'élimination des zones humides artificielles pour le NO3- étaient de 73,62 % pour le typha angustifolia et de 80,47% pour la jacinthe d'eau. Pour le PO43, les efficacités d'élimination des cellules typha étaient de 67,18% et de 67,46% pour la jacinthe d'eau. Les efficacités d'élimination du FC pour la cellule de typha angustifolia étaient de 58,40% et de 95,84% pour la jacinthe d'eau. Enfin, les efficacités d'élimination de la DBO5 étaient de 34,03% pour le typha angustifolia et de 26,95% pour la jacinthe d'eau. Les résultats de l'analyse statistique ont montré une corrélation entre les cellules de typha angustifolia et de jacinthe d'eau à $p<0,01$ tandis que les résultats de l'ANOVA à un facteur à $p<0,05$ ont montré que l'hypothèse nulle était acceptée pour toutes les efficacités.

L'étude montre que les cellules de zones humides artificielles ont pu éliminer des quantités considérables de polluants, avec une efficacité d'élimination de plus de 50% dans tous les contaminants sauf la DBO5 avec moins de 40%. L'étude a conclu que les efficacités d'élimination des contaminants étaient plus élevées dans la cellule de jacinthe d'eau que dans la cellule de typha angustifolia, sauf pour le TSS et la DBO5. Les résultats de l'effluent traité par la zone humide artificielle pour les paramètres physico-chimiques sont dans les limites admissibles des normes d'effluent de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), à l'exception de PO43-, ce qui rend l'effluent traité apte à la réutilisation des eaux usées en agriculture.

Mots clés : Ecohydrologie; Système de biofiltration; Eaux usées; Zone humide; Polluant.

IMPROVING IRRIGATION WATER MANAGEMENT IN WEST AFRICAN COUNTRIES: A SPATIO-TEMPORAL ASSESSMENT OF IRRIGATION PERFORMANCE OF THE KOU VALLEY IRRIGATION SCHEME IN BURKINA FASO

AMELIORATION DE LA GESTION D'EAU D'IRRIGATION EN AFRIQUE DE L'OUEST: EVALUATION SPATIO-TEMPORELLE DES PERFORMANCES D'IRRIGATION DU PERIMETRE IRRIGUE DE LA VALLEE DU KOU AU BURKINA FASO

Alidou Sawadogo [1], Louis Kouadio, Farid Traoré, and Kemal S. Gündoğdu

ABSTRACT

Given the increasing pressure on water for irrigation coupled with unpredictable climate conditions, assessing the performance of agricultural irrigation schemes in Burkina Faso has become critical to the sustainability and profitability of farming activities. Employing the Python module for Surface Energy Balance Algorithm for Land model (PySEBAL), irrigation performance indicators such as the relative evapotranspiration, uniformity of water consumption, and crop water productivity for two crops (rice and sweet potato), were computed to provide more insights on the spatio-temporal patterns of irrigation performance of a 1200-ha irrigation scheme, the Kou Valley irrigation scheme. Multi-temporal satellite data from the instruments Landsat-7 Enhanced Thematic Mapper, Landsat-8 Operational Land Imager and Thermal Infrared Sensor, along with weather, digital elevation model, daily water flows, and crop data were first used to estimate the actual evapotranspiration (ETa) and crop biomass at different time steps during the critical irrigation periods (January-April) of the 2013 and 2014 cropping seasons; from which the irrigation performance indicators were then derived. Results showed that the dekadal and seasonal PySEBAL-derived ETa values were consistent with those from FAO-WaPOR. The uniformity of water consumption was predominantly fair for all crops across the irrigation scheme during the two cropping seasons, with ETa coefficients of variation being less than 25%. Moreover, a gradient of spatially varying relative evapotranspiration was observed, resulting in four main areas according to water stress levels (from well-watered areas to moderately, highly and very highly water-stressed areas). Comparing the estimated crop water productivity against indicative values, the results revealed mixed results depending on the crop, year, and geographical position in the irrigation scheme. Crop water productivity for sweet potato ranged from 1.0 to 5.9 kg m-3, whereas those for rice ranged from 0.2 to 1.3 kg m-3. These findings indicate that irrigation performance of the Kou Valley irrigation scheme can be improved through better strategic management practices. Although rice was the most cultivated crop across the areas, shifting to more sweet potato cultivation could be adopted for benefiting more from irrigation in the Kou Valley irrigation scheme. Such a cost-effective approach for assessing irrigation performance could serve as a powerful alternative to traditional methods in data scarce and resource-limited regions.

Keywords: Irrigation; Food security; Climate variability; SEBAL; West Africa.

1 Biosystems Engineering Department, Faculty of Agriculture, University of Uludag, P.O. Box 16059 - Görükle / BURSA, Turkey. E-mail: sawadogoalidou@yahoo.fr

Special Session

RÉSUMÉ

Compte tenu de la pression croissante sur l'eau pour l'irrigation associée aux conditions

climatiques imprévisibles, l'évaluation de la performance des périmètres irrigués agricoles au Burkina Faso est devenue essentielle à la durabilité et à la rentabilité des activités agricoles. En utilisant le module Python pour le modèle PySEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land), les indicateurs de performance d'irrigation tels que l'évapotranspiration relative, l'uniformité de la consommation d'eau et la productivité de l'eau des cultures pour deux cultures (riz et patate douce), ont été calculés pour fournir plus d'informations sur les variations spatio-temporels des performances d'irrigation d'un périmètre irrigué de 1200 ha - périmètre irrigué de la Vallée du Kou. Les données satellitaires multitemporelles des instruments Landsat-7 Enhanced Thematic Mapper, Landsat-8 Operational Land Imager et Thermal Infrared Sensor, ainsi que des données météorologiques et celles d'un modèle numérique du terrain, des débits d'eau journaliers et les données sur les cultures ont d'abord été utilisées pour estimer l'évapotranspiration réelle (ETa) et la biomasse des cultures à différents étapes de temps pendant les périodes critiques d'irrigation (janvier-avril) des saisons culturales en 2013 et 2014 à partir desquelles les indicateurs de performance de l'irrigation ont ensuite été dérivés. Les résultats ont montré que les valeurs ETa estimées par PySEBAL et celles dérivées de FAO-WaPOR avaient une bonne corrélation aux échelles décadaire et saisonnière. L'uniformité de la consommation en eau fut relativement modeste pour toutes les cultures du périmètre irrigué au cours des deux saisons culturales, avec des coefficients de variation de l'ETa étant inférieurs à 25%. De plus, un gradient d'évapotranspiration de variabilité spatiale fut observé, résultant ainsi en quatre principales zones selon les niveaux de stress hydrique (des zones sans stress aux zones très fortement stressées, en passant par les zones passablement et relativement fort stressées). La comparaison de la productivité de l'eau des cultures aux valeurs standards a révélé une variabilité en fonction de la culture, de l'année et de la position géographique dans le périmètre irrigué. Ainsi, La productivité de l'eau des cultures sur les deux années d'étude de la patate douce variait entre 1,0 et 5,9 kg m-3, et celle du riz entre 0,2 et 1,3 kg m-3. Cette étude suggère aussi que les performances d'irrigation du périmètre irrigué de la vallée du Kou peuvent être améliorées à travers de bonnes pratiques de gestion stratégique. Bien que le riz soit la culture la plus dominante dans le périmètre, une adoption progressive de la patate douce pourrait être envisagée pour tirer davantage de l'irrigation dans le périmètre irrigué de la vallée du Kou. L'approche utilisée dans cette étude pourrait également constituer une alternative à moindre coût aux méthodes traditionnelles d'évaluation des performances des périmètres irrigués dans les régions où les données sont rares et les ressources limitées.

Mots-clés: Irrigation; Sécurité alimentaire; Variabilité climatique; SEBAL; Afrique de l'Ouest.

EFFECTS OF SUBSURFACE DRIP IRRIGATION AND FURROW IRRIGATION MANAGEMENT ON WATER PRODUCTIVITY, GROWTH AND YIELD VARIABLES AND ROOT DISTRIBUTION IN SUGARCANE CULTIVATION

EFFETS DE LA GESTION DE L'IRRIGATION SOUTERRAINE GOUTTE-À-GOUTTE ET DE L'IRRIGATION PAR SILLONS SUR LA PRODUCTIVITÉ DE L'EAU, LES VARIABLES DE CROISSANCE ET DE RENDEMENT ET LA DISTRIBUTION DES RACINES DANS LA CULTURE DE LA CANNE À SUCRE

A. Sheini Dashtgol*[1, A.A]. Naseri[2], S. Boroomand-Nasab[2]

ABSTRACT

In the present study the effect of drip lateral installation depths and emitter spacing on sugarcane crop water productivity and its yield was studied by installing laterals at 15, 20 and 30 cm depths from surface, while the emitters were spaced at 50, 60 and 75 cm. A factorial experiment in the form of randomly complete block design was carried out at the Sugarcane Research and Training Institute of Khuzestan in south-west of Iran. Study aimed to investigate the effect of subsurface drip irrigation on LAI (Leaf Area Index), yield and root distribution for sugarcane compared to conventional irrigation. Two fields were investigated one field with subsurface drip irrigation and one field with conventional irrigation studied as control. Three measurement stations were selected in each field. The results were statistically analyzed. Number of plants, number of green leaves, leaf length and width over one meter were counted and measured six times at 91, 99, 105, 112, 119 and 128 days after harvesting, respectively. For comparison of root growth, one plant from each treatment was selected and thoroughly studied by root skeletal drilling.

Number of Leaf and leaf length and leaf width were not significantly different in both irrigations. The number of stems and leaf area index in subsurface drip irrigation had significant difference with irrigation in levels of 95 and 99 percent, respectively. The mean of leaf area index in subsurface drip irrigation and furrow irrigation were 4.1 and 2.7, respectively, and this index, in the subsurface drip irrigation was 34% higher than the average of furrow irrigation. The active depth of preservative roots was up to 120 and 143 cm vertically and horizontally in subsurface drip irrigation and up to 100 and 104 cm in furrow irrigation, respectively. This indicates that the roots in subsurface drip irrigation are about 17% and 27% deeper and wider than furrow irrigation, and also were finer and deeper than the furrow irrigation. In subsurface and furrow drip irrigation, about 96% and 98% of the vertical roots, respectively, were propagated at a depth of 60 cm. Sugarcane quantity specifications results showed there was significant difference between treatments in terms of drip emitter spacing and lateral installation depths and their interactions at 1percent probability level. Similar trends were also observed in case of quality traits of sugarcane. Investigating the water productivity index for sugarcane and sugar yield it showed that treatments were significant in terms of the space between emitters at 1 percent probability level. The maximum sugarcane yield was observed in the treatment with a space between emitters of 50, and 20 cm of installation depth. The highest Water

1 Ph.D. in Water Engineering, Irrigation and Drainage, Director of Agricultural Research Group, Sugarcane Research and Training Institute., Iran.

2 Professor Department of Irrigation and Drainage, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran

* Corresponding author: sheinidasht1971@gmail.com

Special Session

Productivity for sugarcane and sugar production was 7.18 and 0.87 kg /m^3 at space the emitters of 60 cm and the installation depth of application of 20 cm. Finally, according to results and considering other conditions, with the space of 50 cm and 20 cm the installation depth of emitters was suggested.

Keywords: Emitters; Subsurface drip irrigation; Sugarcane; Water Productivity; Leaf area index; Root extension.

RESUME

Dans l'étude actuelle, l'effet des profondeurs d'installation des goutteurs latéraux et de l'écartement des buses individuelles sur la productivité de l'eau agricole de canne à sucre et son rendement a été étudié en installant des latéraux à des profondeurs de 15, 20 et 30 cm de la surface, tandis que les buses individuelles étaient espacés de 50, 60 et 75 cm. Une expérience factorielle dans le cadre d'une conception de bloc aléatoire complet a été réalisée à l'Institut de recherche et de formation sur la canne à sucre du Khouzistan, dans le sud-ouest de l'Iran. L'étude visait à étudier l'effet de l'irrigation souterraine goutte à goutte sur le LAI (indice de surface foliaire), le rendement et la distribution des racines de la canne à sucre par rapport à l'irrigation conventionnelle. Deux champs ont été étudiés, un champ utilisant irrigation souterraine goutte-à-goutte et d'autre utilisant l'irrigation conventionnelle comme témoin. Trois stations de mesure ont été sélectionnées dans chaque champ. Les résultats ont été analysés statistiquement. Le nombre de plantes, le nombre de feuilles vertes, la longueur et la largeur des feuilles sur un mètre ont été comptés et mesurés six fois à 91, 99, 105, 112, 119 et 128 jours après la récolte, respectivement. Pour comparer la croissance des racines, une plante de chaque traitement a été sélectionnée et étudiée en profondeur par le forage du squelette racinaire.

Le nombre de feuilles et la longueur et la largeur des feuilles n'étaient pas significativement différents dans les deux irrigations. Le nombre de tiges et l'indice de surface foliaire dans l'irrigation souterraine goutte-à-goutte présentaient une différence significative avec l'irrigation aux niveaux de 95 et 99 pour cent, respectivement. La moyenne de l'indice de surface foliaire dans l'irrigation souterraine goutte à goutte et l'irrigation par sillons était de 4,1 et 2,7, respectivement, et cet indice, dans l'irrigation souterraine goutte à goutte, était de 34% supérieur à la moyenne de l'irrigation par sillons. La profondeur active des racines conservatrices était de 120 et 143 cm verticalement et horizontalement en irrigation souterraine goutte à goutte et jusqu'à 100 et 104 cm en irrigation par sillons respectivement. Cela indique que les racines dans l'irrigation souterraine goutte à goutte sont environ 17% et 27% plus profondes et plus larges que l'irrigation par sillon, et étaient également plus fines et plus profondes que dans l'irrigation par sillon. En irrigation souterraine goutte à goutte et par sillons, environ 96% et 98% des racines verticales, respectivement, se sont propagées à une profondeur de 60 cm. Les résultats des spécifications de quantité de canne à sucre ont montré qu'il y avait une différence significative entre les traitements en termes d'écartement des buses individuelles de goutte à goutte et de profondeurs d'installation latérales et leurs interactions au niveau de probabilité de 1%. Des tendances similaires ont également été observées dans le cas des caractères de qualité de la canne à sucre. L'étude de l'indice de productivité de l'eau pour la canne à sucre et le rendement en sucre a montré que les traitements étaient significatifs en termes d'écartement entre les buses individuelles au niveau de probabilité de 1%. Le rendement maximal de la canne à sucre a été observé dans le traitement avec un écartement entre les buses individuelles de 50 et 20 cm de profondeur d'installation. La productivité de l'eau la plus élevée pour la production de canne à sucre et de sucre était de 7,18 et 0,87 kg/m^3 à un écartement des buses individuelles de 60 cm et à une profondeur d'application d'installation de 20 cm. Enfin, selon les résultats et compte tenu d'autres conditions, avec l'écartement de 50 cm et 20 cm, la profondeur d'installation des buses individuelles a été suggérée.

Mots clés : Buse individuelle; Irrigation goutte à goutte souterraine; Canne à sucre; Productivité de l'eau; indice de surface foliaire, extension racinaire.

MONITORING AND MANAGEMENT OF TERTIARY TREATED WASTEWATER QUALITY IN AL-HASA OASIS

SURVEILLANCE ET GESTION DE LA QUALITÉ DES EAUX USÉES TRAITÉES DE L'OASIS D'AL-HASA

Abdullah M. Butuwaiba,*[1] Abdulrahman S. Alablan,* [2]Ali El-Naqa [2] and Mohammed A. Alomair [2].

ABSTRACT

The demand for useable freshwater has been drastically augmented owing to the increase of the world population along with the massive expansion of agricultural activities. Wastewater reuse has gained international attention as water resource alternative, especially for irrigation purposes. Herein, we focus on the monitoring and management of treated wastewater quality for irrigation purposes in Al-Hasa Oasis. Several parameters are monitored to ensure the safe use of treated wastewater, including the physical, chemical, and microbial parameters. Also, the irrigation water quality parameters, such as permeability index (PI), sodium adsorption ratio (SAR), sodium percent (Na%), residual sodium carbonate (RSC), magnesium hazard (MH), total hardness (TH), Kelly's index (KI) and potential salinity (PS) are calculated. The results revealed that parameters are found to be in agreement with the Saudi regulations, and none of the parameters exceeded the acceptable limit, except the PS. The heavy metals are found to follow the trend of Zn> Co = Mn> Fe> Ni> Pd > Cd. Moreover, the possible effect of the long-term use of treated wastewater on soil is evaluated through periodic and sporadic programmes. The soil samples analysed for Al--Hofuf treatment plant revealed that irrigating the farms with treated wastewater improved the quality and prevented the deterioration of soil. Recommendations are stated to deal with some challenges related to wastewater quality.

Keywords: Wastewater reuse, protocols of wastewater, management strategy, microbial control, KSA standards

RESUME

La demande en eau douce utilisable a été considérablement augmentée en raison de l'augmentation de la population mondiale et de l'expansion massive des activités agricoles. La réutilisation des eaux usées a attiré l'attention internationale en tant qu'alternative aux ressources en eau, en particulier à des fins d'irrigation. Ici, nous nous concentrons sur la surveillance et la gestion de la qualité des eaux usées traitées à des fins d'irrigation dans l'oasis d'Al-Hasa. Plusieurs paramètres sont surveillés pour assurer l'utilisation sûre des eaux usées traitées, y compris les paramètres physiques, chimiques et microbiens. En outre, les paramètres de qualité de l'eau d'irrigation, tels que l'indice de perméabilité (PI), le taux d'adsorption de sodium (SAR), le pourcentage de sodium (Na%), le carbonate de sodium résiduel (RSC), le risque de magnésium (MH), la dureté totale (TH), l'indice de Kelly l'indice (KI) et la salinité potentielle (PS) sont calculés. Les résultats ont révélé que les paramètres sont conformes à la réglementation saoudienne et qu'aucun des paramètres n'a dépassé la limite acceptable, à l'exception du PS. Les métaux lourds suivent la tendance Zn> Co = Mn> Fe> Ni> Pd> Cd. De plus, l'effet possible de l'utilisation à long terme des eaux usées traitées

1 Water Quality Administration, Saudi Irrigation Organization (SIO), P.O. Box 279 Al-Hassa, 31982, Saudi Arabia. E-mail: a.butuwaibah@sio.gov.sa

2 Research and Studies Department, Irrigation Innovation Administration, Saudi Irrigation Organization(SIO), P.O. Box 279 Al-Hassa, 31982, Saudi Arabia. E-mail: **a.alablan@sio.gov.sa**

Special Session

sur le sol est évalué à travers des programmes périodiques et sporadiques. Les échantillons de sol analysés pour la station d'épuration d'Al--Hofuf ont révélé que l'irrigation des fermes en utilisant eaux usées traitées améliorait la qualité et prévenait la détérioration du sol. Des recommandations sont formulées pour faire face à certains défis liés à la qualité des eaux usées.

Mots-clés : Réutilisation des eaux usées; Protocoles des eaux usées; Stratégie de gestion; Contrôle microbien; Normes KSA.

INTEGRATED CROP WATER MANAGEMENT PROGRAM FOR A SUSTAINABLE IRRIGATION SYSTEM

PROGRAMME DE GESTION INTEGREE DE L'EAU AGRICOLE POUR UN SYSTEM D'IRRIGATION DURABLE

Niaz Waris[1]

ABSTRACT

The Integrated Crop Water Management (ICWM) Program introduces field level structures and activities to increase agricultural productivity through an integrated approach of managing irrigation water as per the optimum need of crops by the farmers' water users association (WUA). It provides a complete package of modernized agriculture practices, water management techniques, and institutional support for on-farm and off-farm farming populations towards achieving optimal level of productivity.

Key Words : Crop water management; On-farm water management; Modernized agricultural practices.

RESUME

Le Programme de gestion intégrée de l'eau agricole (ICWM) introduit des structures et des activités au niveau du terrain pour augmenter la productivité agricole grâce à une approche intégrée de gestion de l'eau d'irrigation en fonction des besoins optimaux des cultures par l'association des utilisateurs d'eau des agriculteurs (WUA). Il fournit un ensemble complet de pratiques agricoles modernisées, de techniques de gestion de l'eau et de soutien institutionnel aux populations agricoles à la ferme et hors ferme en vue d'atteindre un niveau optimal de productivité.

Mots clés : Gestion de l'eau agricole; Gestion de l'eau à la ferme; Pratiques agricoles modernisées.

1 Deputy Director General, Irrigation Management Division, Department of Water Resources, and Irrigation, Nepal, E-mail: warisniaz@hotmail.com

SUPPLEMENTATY IRRIGATION IN CASSAVA PRODUCTION

IRRIGATION SUPPLÉMENTAIRE DANS LA PRODUCTION DE MANIOC

Sarah Seton, [1]Michael Scobie, Hung Ngoc Nguyen, Tung Nguyen Ba, Imran Malik, and Jochen Eberhard

ABSTRACT

Cassava is grown for its high starch content throughout the developing world with uses ranging from the production of starch-based products to the provision of a high carbohydrate food source (FAO,2000). Cassava is generally an opportunity crop that can be grown in upland areas during the Asian monsoon season. The duration and onset of the monsoon in recent years has significant impact on the quality and variability of the crop yield. This study investigates the benefits of providing improved water management and irrigation scheduling in Cassava production.

This study has three key variables, i) variety, ii) irrigation, and iii) crop duration. Two varieties of Cassava KU-50 and D7 have been identified as having high potential for yield and disease resistance. Each of these varieties were subject to different watering conditions with half of each variety being rainfed (traditional practice) and half being irrigated. The irrigation system is professionally designed to achieve a high level of uniformity. There are three zones within each replicate with different harvest and/or plant dates to assess the impact of crop durations on yield. Finally, each replicate contains six soil moisture sensors recording at 30,60 and 90cm depth. The design was then repeated to create four replicates. There is an automatic weather station (AWS) providing 15 minutely atmospheric data including solar radiation, wind speed, temperature, relative humidity, and precipitation. Enabling a comparison to be made between soil moisture and Penman Monteith (FAO56,1998) evapo-transpiration through the use of a basic water balance model.

Irrigrow software is an online, physically based, daily time step water balance model. This tool provides a recommended quantity of irrigation to apply and a timeframe to apply it within. Irrigrow works by using evapo-transpiration and precipitation data manually inputted by the user in combination with the crop coefficients. User defined refill point and soil water holding capacity based on soil texture is used to calculate when the crop will require water. The model has some limitations at this stage, if information such as an irrigation is not entered then the data will not be correct and when a crop is stressed below the refill point the model may over-predict the quantity of water that soil could realistically handle. Therefore, this study used soil moisture sensors at several depths as the model can be verified and calibrate depending upon measured soil moisture conditions.

The need for this regular irrigation scheduling advice has been highlighted by the variability of the monsoon season and its impact on the yield of the Cassava crop. Irrigrow software is currently being used to provide weekly irrigation scheduling advice to field staff in Vietnam. The results of this experiment will be used to support the development of educational material and irrigation scheduling tools.

Keywords : Irrigation scheduling; Soil moisture sensors; Crop duration; Irrigation; Water balance.

1 Sarahse98@gmail.com

RESUME

Le manioc est cultivé pour sa haute teneur en amidon dans les pays en développement pour l'utilisation allant de la production de produits à base d'amidon à la fourniture d'une source alimentaire riche en glucides (FAO, 2000). Le manioc est généralement une culture d'opportunité qui peut être cultivée dans les hautes terres pendant la saison de la mousson asiatique. La durée et le début de la mousson ces dernières années ont exercé un impact significatif sur la qualité et la variabilité du rendement agricole. Cette étude examine les avantages d'améliorer la gestion de l'eau et la programmation de l'irrigation dans la production de manioc.

Cette étude porte trois variables clés, (i) la variété, (ii) l'irrigation et (iii) la durée de la culture. Deux variétés de manioc KU-50 et D7 ont été identifiées comme ayant un potentiel élevé de rendement et de résistance aux maladies. Chacune de ces variétés était soumise à des conditions d'arrosage différentes, la moitié de chaque variété étant arrosée par la méthode d'irrigation pluviale (pratique traditionnelle) et l'autre moitié utilisant le système d'irrigation. Le système d'irrigation est conçu par des professionnels pour atteindre un haut niveau d'uniformité. Il y a trois zones dans chaque répétition avec différentes dates de récolte et/ou de plantation pour évaluer l'impact de la durée des cultures sur le rendement. Enfin, chaque répétition contient six capteurs d'humidité du sol enregistrant à 30, 60 et 90 cm de profondeur. La conception a ensuite été répétée pour créer quatre répétitions. Il existe une station météorologique automatique (AWS) fournissant 15 données atmosphériques détaillées, notamment le rayonnement solaire, la vitesse du vent, la température, l'humidité relative et les précipitations. Grâce à l'utilisation d'un modèle de bilan hydrique de base, il est possible de comparer l'humidité du sol et l'évapotranspiration de Penman Monteith (FAO56,1998)
Le logiciel Irrigrow est un modèle de bilan hydrique en ligne, physique et quotidien. Cet outil fournit une quantité recommandée d'irrigation à appliquer et un délai pour l'appliquer. Irrigrow fonctionne en utilisant les données d'évapotranspiration et de précipitation saisies manuellement par l'utilisateur en combinaison avec les coefficients de culture. Le point de remplissage défini par l'utilisateur et la capacité de rétention d'eau du sol basés sur la texture du sol sont utilisés pour calculer quand la culture aura besoin d'eau. Le modèle a certaines limites à ce stade, si des informations telles qu'une irrigation ne sont pas saisies, les données ne seront pas correctes et lorsqu'une culture subie des stress en dessous du point de remplissage, le modèle peut surestimer la quantité d'eau que le sol pourrait gérer de manière réaliste. Par conséquent, cette étude a utilisé des capteurs d'humidité du sol à plusieurs profondeurs car le modèle peut être vérifié et étalonné en fonction des conditions d'humidité du sol mesurées.

La nécessité de ces conseils réguliers de programmation de l'irrigation a été mise en évidence par la variabilité de la saison de la mousson et son impact sur le rendement agricole de manioc. Le logiciel Irrigrow est actuellement utilisé pour fournir des conseils de programmation hebdomadaire de l'irrigation au personnel de terrain au Vietnam. Les résultats de cette expérience seront utilisés pour soutenir le développement de matériel pédagogique et d'outils de programmation de l'irrigation.

Mots-clés : Programmation de l'irrigation; Capteurs d'humidité du sol; Durée de culture; Irrigation; Bilan hydrique.

BENEFITS OF SUPPLEMENTARY IRRIGATION: CASE STUDY OF SARDAR SAROVAR PROJECT OF GUJARAT, INDIA

AVANTAGES DE L'IRRIGATION SUPPLÉMENTAIRE : ÉTUDE DE CAS DU PROJET SARDAR SAROVAR A L'ETAT DU GUJARAT, INDE

Vivek Kapadia[1]

ABSTRACT

Planning of irrigation project requires studies like soil health sustainability and drainage feasibility. Some types of soils are not suitable for full irrigation for productive purpose. In case such soils are left to rain fed irrigation, their productivity may not be fully utilized. If such soils are provided supplementary irrigation instead of full irrigation, they might be properly utilized and they might contribute towards attainment of food security. Sustainable irrigation and agricultural practices in such areas are more desirable than keeping them rain fed. India is not only a water stressed country but is also facing soil quality related challenges at large and hence it possesses a great potential to bring a larger area in to equations of irrigation by constructing irrigation projects with supplementary irrigation as a basic philosophy. The paper outlines the overall scenario of India and in its context the situation of Gujarat state. India's accomplishment in food production is commendable but proper use of all available land resources for agriculture is yet awaited. Several irrigation projects with full irrigation philosophy have been built up and have been serving since long back. Contrary to them, Sardar Sarovar Project of Gujarat has been made for providing supplementary or protective irrigation water and its entire command area of 1.8 million hectares includes problematic soils. The paper underlines the fact that a large-scale project designed for supplementary irrigation yields promising results in connection with food security and sustainability, both by making best use of available land and water resources.

Keywords : Food security; Full irrigation; Soil productivity; Supplementary irrigation; Sustainability.

RESUME

La planification d'un projet d'irrigation exige des études menées sur la durabilité de la santé des sols et la faisabilité du drainage. Certains types de sols ne conviennent pas à une irrigation complète à des fins productives. Dans le cas où ces sols sont laissés à l'irrigation pluviale, leur productivité ne peut pas être pleinement utilisée. Si ces sols bénéficient d'une irrigation supplémentaire au lieu d'une irrigation complète, ils pourraient être correctement utilisés et ils pourraient contribuer à la réalisation de la sécurité alimentaire. L'irrigation durable et les pratiques agricoles dans ces zones sont plus souhaitables que de les maintenir alimentées par la pluie. L'Inde n'est pas seulement un pays en situation de stress hydrique, mais elle est également confrontée à des défis liés à la qualité des sols dans son ensemble et, par conséquent, elle possède un grand potentiel pour apporter une plus grande surface aux équations d'irrigation en construisant des projets d'irrigation avec une irrigation supplémentaire comme philosophie de base. Le document décrit le scénario global de l'Inde et, dans son contexte, la situation de l'État du Gujarat. Les réalisations de l'Inde en matière de production alimentaire sont louables, mais l'utilisation appropriée de toutes les ressources foncières disponibles pour l'agriculture est encore attendue. Plusieurs projets d'irrigation avec une philosophie d'irrigation complète ont été construits et fonctionnent depuis longtemps. A l'encontre de ceux-ci, le projet Sardar Sarovar du Gujarat a été conçu pour fournir de

1 Director, Sardar Sarovar Narmada Nigam Limited, Gujarat, India, vivekpkapadia@gmail.com

l'eau d'irrigation supplémentaire ou protectrice et toute sa zone de commande de 1,8 million d'hectares comprend des sols problématiques. Le document souligne le fait qu'un projet à grande échelle conçu pour l'irrigation supplémentaire donne des résultats prometteurs en matière de sécurité alimentaire et de durabilité, à la fois en utilisant au mieux les ressources en terre et en eau disponibles.

Mots clés : Sécurité alimentaire; Irrigation intégrale; Productivité des sols; Irrigation supplémentaire; Durabilité.

USE OF WASTEWATER FOR IRRIGATION: GLOBAL SCENARIO AND LOCAL CONTEXT AT GOLMADHI, BHAKTAPUR MUNICIPALITY, NEPAL

UTILISATION DES EAUX USÉES EN IRRIGATION : SCÉNARIO GLOBAL ET CONTEXTE LOCAL À GOLMADHI, MUNICIPALITÉ DE BHAKTAPUR, NÉPAL

Karki, Binu[1] and Sharma, Khem Raj

ABSTRACT

Wastewater (WW) use for irrigation is perceived differently in different places and by different people. Some consider it as a valuable resource while others take it negatively due to possible health risks associated to its use. A study was carried out with the objective of synthesizing the global scenario of WW use for irrigation, its associated challenges and prospects. The study tried to assimilate the best practices of WW use as well as the accompanying risk, so as to have a broader and clear understanding regarding WW use both in the global as well as the Nepali context. In addition, this study also examined the drivers for WW use for irrigation and consumers' perceptions. The findings showed that WW was found to be used directly without treatment, diluted or after some extent of treatment in both developed and developing countries. WW reuse was farmers' choice due to water scarcity or unavailability or unreliability of fresh water sources. Nutrients present in WW were also a contributing factor to high crop yields. With controlled WW use, studies have shown that high crop yields have been achieved in many countries which have benefitted the farmers, agricultural production vendors and the consumers. However, WW use might contaminate the surface and groundwater which may have adverse consequences on health, environment and livelihood.

Farmers in Golmadhi of Bhaktapur Municipality in Kathmandu Valley were found to use raw wastewater and/or wastewater mixed river water due to the unavailability of other reliable water sources as well as giving continuity to their age-old culture of using wastewater for farming. Farmers used raw wastewater directly during dry months to grow vegetables when the river discharge was minimal. During summer, the river discharge is high due to monsoon rains, so farmers diverted or pumped the wastewater mixed river water to irrigate paddy. In fields at far distance from the river source, raw wastewater irrigation was practiced throughout the year.

Only few farmers relied on groundwater. Among them some used groundwater for early stages of plant growth. Majority of farmers reported that controlled supply of wastewater during various stages of plant growth contributed to high yields. Farmers experienced health problems such as fever, headache and itching, but did not directly relate it to wastewater use. People living near the Bhaktapur Durbar Square were also interviewed in order to find out their perception regarding the consumption of the agricultural produce from the wastewater use. Consumers were aware about the wastewater irrigation practice in Golmadhi and other places inside Kathmandu valley. They said that they have a habit of properly cleaning the vegetables and cooking it properly before eating, except for onion bulb and radish which they preferred to consume even in its raw form. Consumers did not directly associate their health problems to the consumption of such vegetables.

1 Engineer, Ministry of Physical Planning and Transport, Government of Nepal bnukrki09@gmail.com

Various international and national policies and guidelines and treatment technologies that have been reviewed in the course of this study showed underlying challenges and opportunities in WW use for irrigation. In Kathmandu Valley and its fringe areas, WW use for irrigation should not be banned as water supply is scarce; it is practiced traditionally and provides livelihood for many households. Formation and adherence to farmer and consumer friendly national guidelines for WW use is the felt need in Nepal. WW treatment is of course the forgone conclusion. In the global scale, it is also suggested that farmers need to be made aware regarding WHO guidelines prohibiting the cultivation of vegetables using wastewater which are meant to be consumed raw.

Keywords : Wastewater irrigation; Water; Crops; Health; Nepal.

RESUME

L'utilisation des eaux usées en irrigation est perçue différemment selon les endroits et par différentes personnes. Certains le considèrent comme une ressource précieuse tandis que d'autres le considèrent négativement en raison des risques possibles pour la santé associés à son utilisation. Une étude a été réalisée dans le but de synthétiser le scénario global d'utilisation des eaux usées en irrigation, ses défis et perspectives associés. L'étude a essayé d'assimiler les meilleures pratiques d'utilisation des eaux usées ainsi que les risques qui les accompagnent, afin d'avoir une compréhension plus large et claire de l'utilisation des eaux usées à la fois dans le contexte mondial et népalais. En outre, cette étude a également étudié les forces majeures de l'utilisation des eaux usées en irrigation et les perceptions des consommateurs. Les résultats ont montré que les eaux usées étaient utilisées directement sans traitement, diluées ou après un certain degré de traitement dans les pays développés et en développement. La réutilisation des eaux usées était le choix des agriculteurs en raison de la rareté de l'eau ou de l'indisponibilité ou du manque de fiabilité des sources en eau douce. Les éléments nutritifs présents dans les eaux usées étaient également un facteur contribuant aux rendements élevés des cultures. Avec une utilisation contrôlée des eaux usées, des études ont montré que des rendements élevés ont été obtenus dans de nombreux pays, ce qui a profité aux agriculteurs, aux vendeurs de produits agricoles et aux consommateurs. Cependant, l'utilisation des eaux usées peut contaminer les eaux de surface et souterraines, ce qui peut avoir des conséquences néfastes sur la santé, l'environnement et les moyens de subsistance.

Il a été constaté que les agriculteurs de Golmadhi, dans la municipalité de Bhaktapur, dans la vallée de Katmandou, utilisaient des eaux usées brutes et/ou des eaux usées mixtes en raison de l'indisponibilité d'autres sources d'eau fiables, ainsi que de la continuité de leur culture antique d'utilisation des eaux usées pour l'agriculture. Les agriculteurs utilisaient directement les eaux usées brutes pendant les mois secs pour cultiver des légumes lorsque le débit de la rivière était minime. Pendant l'été, le débit de la rivière est élevé en raison des pluies de mousson, de sorte que les agriculteurs ont détourné ou pompé l'eau mélangée des eaux usées de la rivière pour irriguer le paddy. Dans les champs éloignés de la source de la rivière, l'irrigation par les eaux usées brutes était pratiquée tout au long de l'année.

Seuls quelques agriculteurs dépendaient des eaux souterraines. Parmi eux, certains utilisaient les eaux souterraines pour les premiers stades de la croissance des plantes. La majorité des agriculteurs ont indiqué que l'approvisionnement contrôlé en eaux usées au cours des différentes étapes de la croissance des plantes a contribué aux rendements élevés. Les agriculteurs ont connu des problèmes de santé tels que fièvre, maux de tête et démangeaisons, mais ne les ont pas directement liés à l'utilisation des eaux usées. Les personnes vivant à la proximité de la place Bhaktapur Durbar ont également été interrogées afin de connaître

Special Session

leur perception de la consommation des produits agricoles issus de l'utilisation des eaux usées. Les consommateurs étaient au courant de la pratique de l'irrigation par les eaux usées à Golmadhi et dans d'autres endroits de la vallée de Katmandou. Ils ont dit qu'ils avaient l'habitude de bien nettoyer les légumes et de bien les cuire avant de les manger, à l'exception du bulbe d'oignon et du radis qu'ils préféraient consommer même sous leur forme crue. Les consommateurs n'associent pas directement leurs problèmes de santé à la consommation de ces légumes.

Diverses politiques et directives internationales et nationales et technologies de traitement qui ont été examinées au cours de cette étude ont mis en évidence les défis et opportunités sous-jacents de l'utilisation des eaux usées en irrigation. Dans la vallée de Katmandou et ses zones périphériques, l'utilisation des eaux usées en irrigation ne devrait pas être interdite car l'approvisionnement en eau est rare; elle est pratiquée traditionnellement et fait vivre de nombreux ménages. La formation et l'adhésion aux directives nationales favorables aux agriculteurs et aux consommateurs pour l'utilisation des eaux usées sont un besoin ressenti au Népal. Le traitement des eaux usées est bien sûr la conclusion inévitable. A l'échelle mondiale, il est également suggéré que les agriculteurs doivent être sensibilisés aux directives de l'OMS interdisant la culture de légumes destinés à être consommés crus en utilisant des eaux usées.

Mots-clés : Irrigation par eaux usées; Eau; Cultures; Santé, Népal.

AN OVERVIEW OF POLLUTANTS IN WASTEWATER AND THEIR REMOVAL METHODS FOR REUSE

UN APERÇU DES POLLUANTS DANS LES EAUX USEES ET LEURS METHODES D'ELIMINATION POUR LA REUTILISATION

Pashmforoush, Mahrooz[1], Khabir, Ali[2]

ABSTRACT

Due to the expansion of industries and population growth, the world is facing problems in managing water and wastewater resources. The entry of untreated or semi-treated wastewater into water resources is one way to contaminate these valuable resources with pollutants such as autotrophic nutrients, heavy metals, hydrocarbons, pathogenic microbes, endocrine disruptors, and organic matter. In this paper, different types of pollutants in wastewater and their removal methods for reuse have been studied. Some of the pollutants include CECs (including pesticides, antibiotics, pathogens found in nature, etc.), heavy metals, nitrogen, phosphorus, etc. Several types of these methods are MBBR (moving bed biofilm reactor) method, MBR (membrane bioreactor), CAS (conventional activated sludge), wetlands, different types of methods for removing phosphorus and nitrogen from wastewater including chemical, physicochemical and biological sedimentation methods.

Keywords : Wastewater treatment; CEC; Heavy metal; Nitrogen; Phosphorus.

RÉSUMÉ

En raison de l'expansion des industries et de la croissance démographique, le monde est confronté à des problèmes de gestion des ressources en eau et en eaux usées. L'entrée des eaux usées non traitées ou semi-traitées dans les ressources en eau est un moyen de contaminer ces précieuses ressources avec des polluants tels que des nutriments autotrophes, des métaux lourds, des hydrocarbures, des microbes pathogènes, des perturbateurs endocriniens et des matières organiques. Dans cet article, ont été étudiés différents types de polluants dans les eaux usées et leurs méthodes d'élimination pour la réutilisation. Certains polluants comprennent les CEC (y compris les pesticides, les antibiotiques, les agents pathogènes présents dans la nature, etc.), les métaux lourds, l'azote, le phosphore, etc. Plusieurs types de ces méthodes sont la méthode MBBR (réacteur à film biologique à lit mobile), MBR (bioréacteur à membrane), CAS (boues activées classiques), les zones humides, différents types de méthodes d'élimination du phosphore et de l'azote des eaux usées, y compris les méthodes de sédimentation chimiques, physico-chimiques et biologiques.

Mots clés : Traitement des eaux usées; CCE; Métal lourd; Azote; Phosphore.

1 Mahrooz_p66@yahoo.com
2 Alikhabir23@gmail.com

AN OVERVIEW OF POLLUTANTS IN EFFLUENT AND THEIR REMOVAL METHODS FOR REUSE

UN APERÇU DES POLLUANTS DANS LES EAUX USEES ET LEURS METHODES D'ELIMINATION POUR LA REUTILISATION

Pashmforoush, Mahrooz[1] and Khabir, Ali[2]

ABSTRACT

Due to the expansion of industries and population growth, the world is facing problems in managing water and wastewater resources. The entry of untreated or semi-treated wastewater into water resources is one way to contaminate these valuable resources with pollutants such as autotrophic nutrients, heavy metals, hydrocarbons, pathogenic microbes, endocrine disruptors, and organic matter. In this paper, different types of pollutants in wastewater and their removal methods for reuse have been studied. Some of the pollutants include CECs (including pesticides, antibiotics, pathogens found in nature, etc.), heavy metals, nitrogen, phosphorus, etc. Several types of these methods are MBBR (moving bed biofilm reactor) method, MBR (membrane bioreactor), CAS (conventional activated sludge), wetlands, different types of methods for removing phosphorus and nitrogen from wastewater including chemical, physicochemical and biological sedimentation methods.

Keywords: Wastewater treatment; CEC; heavy metal; nitrogen; phosphorus.

RÉSUMÉ

En raison de l'expansion des industries et de la croissance démographique, le monde est confronté à des problèmes de gestion des ressources en eau et en eaux usées. L'entrée d'eaux usées non traitées ou semi-traitées dans les ressources en eau est un moyen de contaminer ces précieuses ressources avec des polluants tels que des nutriments autotrophes, des métaux lourds, des hydrocarbures, des microbes pathogènes, des perturbateurs endocriniens et des matières organiques. Dans cet article, différents types de polluants dans les eaux usées et leurs méthodes d'élimination pour la réutilisation ont été étudiés. Certains polluants comprennent les CEC (y compris les pesticides, les antibiotiques, les agents pathogènes présents dans la nature, etc.), les métaux lourds, l'azote, le phosphore, etc. Plusieurs types de ces méthodes sont la méthode MBBR (réacteur à biofilm à lit mobile), MBR (bioréacteur à membrane), CAS (boues activées conventionnelles), les zones humides, différents types de méthodes d'élimination du phosphore et de l'azote des eaux usées, y compris les méthodes de sédimentation chimiques, physico-chimiques et biologiques.

Mots clés : Traitement des eaux usées ; CCE ; Heavy métal; azote; phosphore.

1 Mahrooz_p66@yahoo.com
2 Alikhabir23@gmail.com

INVESTIGATE THE POTENTIAL SITES FOR SURFACE IRRIGATION DEVELOPMENT A CASE OF BURIE WOMBERMA DISTRICT IN ETHIOPIA

ENQUÊTE SUR LES SITES POTENTIELS POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION DE SURFACE : LE CAS DU DISTRICT DE BURIE WOMBERMA EN ETHIOPIE

Anmut Enawgaw Kassie[1*] and Gizachew Sewagegn[2]

ABSTRACT

Modern irrigation development requires the systematic assessment of irrigable land together with the available water resources. The objectives of this study were to (1) quantify the surface water availability, employing the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) model, (2) assess the land that is suitable for surface irrigation considering soil, land use/cover, and slope using Geographical Information System (GIS), and (3) evaluate the surface water potential for the potential irrigable land to grow the dominant crops (Pepper, Tomato, Maize, and Potato), employing Crop Water (CROPWAT-8) software. The method aimed to configure, calibrate and validate SWAT model using SWAT-CUP (SWAT Calibration and Uncertainty Programs) SUFI-2 in the gauged watershed and next transfers the final calibrated parameter to the ungauged watershed using the regionalization with physical similarity approach. The model performance evaluation showed acceptable ranges of values (coefficient of determination (R2) was 0.84, Nash Sutcliffe Efficiency (NSE) was 0.73, and coefficient of Percent bias (PBIAS) was +10 during calibration and 0.81, 0.69, and +11 respectively during validation). Surface water availability was quantified in each river (Fetam, Guyr, Selela, Zegrt, Yser, Afki, Lomitu, Tejtu, and Askwal). The irrigable land determined using the rasterized and classified factor of soil, slope, and land use/cover. By evaluating the gross irrigation demand with available flow in each river, the mean monthly flow was less than the corresponding gross irrigation requirement of the whole varieties in dry month. Therefore, the study enables researchers to exploit the district potential and suggests that in order to irrigate a greater portion of the irrigable land; the water should be stored during the main rain season for use in the main dry season.

Keywords: Surface Irrigation; Burie Womberma district.

RESUME

Le développement moderne de l'irrigation exige l'évaluation systématique des terres irrigables ainsi que des ressources en eau disponibles. Cette étude à pour l'objectif (1) de quantifier la disponibilité de l'eau de surface, en utilisant le modèle Outil d'évaluation du sol et de l'eau(SWAT), (2) d'évaluer les terres qui conviennent à l'irrigation de surface en tenant compte du sol, de l'utilisation/couverture des terres et de la pente en utilisant le Système d'Information Géographique (SIG), et (3) d'évaluer le potentiel de l'eau de surface pour les terres potentiellement irrigables pour cultiver les cultures dominantes (poivre, tomate, maïs et pomme de terre), en utilisant le logiciel Crop Water (CROPWAT-8). La méthode vise à configurer, calibrer et valider le modèle SWAT en utilisant SWAT-CUP (SWAT Calibration and Uncertainty Programs) SUFI-2 dans le bassin versant jaugé et ensuite à transférer le paramètre calibré final au bassin versant non jaugé en utilisant la régionalisation avec

1 Department of Natural Resources Management; Debre Markos University Burie Campus Email- ansienawgaw@gmail.com

Special Session

l'approche de similarité physique. L'évaluation de la performance du modèle a montré des variations de valeurs acceptables (le coefficient de détermination (R2) était de 0,84, l'efficacité de Nash Sutcliffe (NSE) était de 0,73 et le coefficient de biais en pourcentage (PBIAS) était de +10 pendant la calibration et de 0,81, 0,69 et +11 respectivement pendant la validation). La disponibilité en eau de surface a été quantifiée dans chaque rivière (Fetam, Guyr, Selela, Zegrt, Yser, Afki, Lomitu, Tejtu, et Askwal). Les terres irrigables ont été déterminées en utilisant le facteur rastérisé et classifié du sol, de la pente, et de l'utilisation/couverture des terres. En évaluant la demande brute d'irrigation avec le débit disponible dans chaque rivière, il a été constaté que le débit mensuel moyen était inférieur au besoin brut d'irrigation correspondant de l'ensemble des variétés en mois sec. Par conséquent, l'étude permet aux chercheurs d'exploiter le potentiel du district et suggère qu'afin d'irriguer une plus grande partie des terres irrigables, l'eau devrait être stockée pendant la saison principale des pluies pour qu'elle soit utilisée pendant la saison principale sèche.

Mots clés : Irrigation de surface; District de Burie Womberma.

ASSESSMENT OF GROUNDWATER POTENTIAL AND THREATS FOR ITS SUSTAINABLE USE- CASE STUDY OF GREATER THAL CANAL (GTC) AREA FROM PUNJAB PAKISTAN

ÉVALUATION DU POTENTIEL DES EAUX SOUTERRAINES ET DES MENACES POUR LEUR UTILISATION DURABLE - ÉTUDE DE CAS DE LA RÉGION DU CANAL DU GRAND THAL (GTC) AU PENDJAB PAKISTAN

Ghulam Zakir-Hassan[1,2,3], *,[1] , Saleem Akhtar[1], Ghulam Shabir[1] and J F Punthakey [3]

ABSTRACT

The Indus River Basin is one the largest basins in the world having an area of 1.17 million Km2 which supplies water to a large contiguous irrigation system for about 90% of the food production in Pakistan. Due to rapid growth of population, agricultural intensification, climatic variability, industrialization, urbanization and lack of holistic regulation for groundwater development and use, the aquifer underlying the Indus Basin is under stress. This well transmissive and extensive alluvium aquifer covers an area of 16.2 Mha in Pakistan and is contributing about 40-50% towards the irrigation water requirements in addition to domestic, industrial and other commercial demands. A study to evaluate the current potential and threats for groundwater has been carried out in Thal Doab which is partially arid and desert area and is the part of large Indus River Basin. Recently, the irrigation is being extended through construction of four new canal-systems under Greater Thal Canal (GTC) project being funded by the Asian Development Bank. At present, farmers are pumping groundwater by installation of tubewells generally run by electricity and diesel as energy source, however trend of solar tubewells is also on the track. Results have revealed that depth to water table in GTC area and its surrounding area is generally less -ranging from 1.5 m to 6 m below the land surface- in the northern part and comparatively more - 9 m to 15 m- in the southern and eastern parts of the doab. Groundwater quality in the area is fresh, marginal to saline. Shallow groundwater quality (EC value) is ranging from around 300 to 3,700 uS/cm while for deeper groundwater it ranges from around 600 to 8, 000 uS/cm. In the central parts of the Doab, groundwater quality is generally poor. It has been observed that direction of groundwater flow is from North-West to South-East and major source of aquifer recharge is the Chashma-Jhelum Link Canal. Construction of GTC systems and introduction of solar tubewells will change the hydrodynamics of the aquifer and for proper development, management and to keep balance between recharge and discharge components, an appropriate aquifer mapping, regular groundwater monitoring and modeling is required in Greater Thal Canal command area. For this, a proposal has already been submitted to ADB. Recently Punjab Government has launched the Punjab Water Policy 2018 and the Punjab Water Act 2019 which govern the groundwater regulation. Present paper encompasses the expected consequences of all these interventions.

Keywords: Groundwater; Indus-Basin; Thal Doab; Greater-Thal-Canal; Punjab; Pakistan.

1 Irrigation Research Institute (IRI), Government of the Punjab, Irrigation Department, Library Road, Lahore 54500 Pakistan.

2: School of Agricultural, Environmental and Veterinary Sciences, Charles Sturt University, Albury 2640, NSW, Australia

3: Institute for Land Water and Society, Charles Sturt University, Albury 2640, NSW, Australia

* Correspondence author: zakirjg@gmail.com

RÉSUMÉ

Le bassin de l'Indus est l'un des plus grands bassins du monde ayant une superficie de 1,17 million de km2 qui alimente en eau un grand système d'irrigation contigu pour environ 90% de la production alimentaire au Pakistan. En raison de la croissance rapide de la population, de l'intensification agricole, de la variabilité climatique, de l'industrialisation, de l'urbanisation et du manque de réglementation holistique pour le développement et l'utilisation des eaux souterraines, l'aquifère sous-jacent du bassin de l'Indus est sous pression. Cet aquifère d'alluvions bien transmissif et étendu couvre une superficie de 16,2 Mha au Pakistan et contribue aux besoins en eau d'irrigation de 40 à 50% en plus des demandes domestiques, industrielles et commerciales. Une étude visant à évaluer le potentiel actuel et les menaces aux eaux souterraines a été réalisée à Thal Doab, qui est une zone partiellement aride et désertique et fait partie du grand bassin de l'Indus. Récemment, l'irrigation a été étendue grâce à la construction de quatre nouveaux systèmes de canaux dans le cadre du projet du Canal du Grand Thal (GTC) financé par la Banque asiatique de développement. À l'heure actuelle, les agriculteurs pompent l'eau souterraine en utilisant des puits tubulaires fonctionnant généralement à l'électricité et au diesel, mais maintenant il existe la tendance d'utiliser des puits tubulaires solaires. Les résultats ont montré que la profondeur de la nappe phréatique dans la zone GTC et ses environs est généralement inférieure - allant de 1,5 m à 6 m sous la surface terrestre - dans la partie nord et comparativement supérieur – allant de 9 m à 15 m - dans la partie sud et est du doab. La qualité des eaux souterraines dans la région est douce, marginale à saline. La qualité des eaux souterraines peu profondes (valeur CE) varie d'environ 300 à 3 700 uS/cm tandis que pour les eaux souterraines plus profondes, elle varie d'environ 600 à 8 000 uS/cm. Dans les parties centrales du Doab, la qualité des eaux souterraines est généralement médiocre. Il a été observé que la direction de l'écoulement des eaux souterraines est du nord-ouest au sud-est et que le canal de liaison Chashma-Jhelum est la source principale de recharge de l'aquifère. La construction de systèmes GTC et l'introduction de puits tubulaires solaires modifieront l'hydrodynamique de l'aquifère et pour un développement et une gestion appropriés et pour maintenir l'équilibre entre les composants de recharge et de décharge, une cartographie appropriée de l'aquifère, une surveillance et une modélisation régulières des eaux souterraines sont nécessaires dans la zone de commande du canal du Grand Thal. A cette fin, une proposition a déjà été soumise à la Banque asiatique de développement. Récemment, le gouvernement du Pendjab a réalisé la Punjab Water Policy 2018 et la Punjab Water Act 2019 qui régissent la réglementation des eaux souterraines. Ce document englobe les conséquences attendues de toutes ces interventions.

Mots clés : Eaux souterraines; Bassin de l'Indus; Thal Doab; Canal du Grand Thal; Pendjab; Pakistan.

EVALUATION OF ECONOMIC LOSS DUE TO IRRIGATION SYSTEM INEFFICIENCY: A CASE STUDY OF NEPAL GANDAK WEST CANAL IRRIGATION SYSTEM

ÉVALUATION DES PERTES ÉCONOMIQUES DUES À L›INEFFICACITÉ DES SYSTÈMES D›IRRIGATION : UNE ÉTUDE DE CAS DU SYSTÈME D›IRRIGATION DU CANAL OUEST DE GANDAK AU NÉPAL

Tikaram Baral[1], Dipak Bhardwaj[2], Bheshraj Thapa[3]

ABSTRACT

The main objective of this study is to estimate the total economic loss due to inefficient supply of irrigation water in the command area of Nepal Gandak West Canal Irrigation System. Several approaches have been used for this purpose. The optimal level of water needed for different crops is calculated using the methods suggested by PDSP manual using Penman-Montheith Equation based on the available hydro-metrological data and field assessment of crop calendar. The water available is calculated based on the sediment assessment and evaluation of reduced canal capacity based on the method proposed by Khazratov (2020). The timeliness of supply and quantity of water is crucial, which motivated the farmers to explore the alternate water sources. The data on water use, cropping pattern, agricultural system, issues with water availability, inventory on alternate water use and associated cost, and types of energy uses for alternate water sources were collected through focus group discussion, observation checklist, and key informant interview. Farmers are using their own diesel pump to irrigate their farm land from shallow tube well within the command area. Mostly Farmers are depending on canal (surface) water, rainwater, and ground water for their irrigation as per requirement. The economic assessment of the tubewells was carried out based on the deficit of water, operation hour of pump and total cost associated with the operation and this is considered to be the total economic loss due to poor irrigation system. The total estimated economic loss for this was calculated to be USD 406 thousands which should be addressed through proper rehabilitation and operation and maintenance techniques.

Keywords: Crop water requirement; Canal water; Shallow tube wells; Poor performance efficiency.

RESUME

Cette étude à pour l'objectif d'estimer la perte économique totale due à l'approvisionnement inefficace en eau d'irrigation dans la zone de commande du système d'irrigation du canal ouest de Gandak au Népal. Plusieurs approches ont été utilisées à cette fin. Le niveau optimal d'eau nécessaire pour différentes cultures est calculé à l'aide des méthodes proposées par le manuel PDSP en utilisant l'équation de Penman-Montheith sur la base des données hydro-métrologiques disponibles et de l'évaluation sur le terrain du calendrier agricole. La disponibilité de l'eau est calculée sur la base de l'évaluation des sédiments et de l'évaluation de la capacité réduite du canal selon la méthode proposée par Khazratov (2020). L'opportunité de l'approvisionnement et la quantité d'eau sont importantes, ce qui a encouragé les agriculteurs à explorer les sources d'eau alternatives. Les données sur l'utilisation de l'eau, l'assolement, le système agricole, les problèmes de disponibilité de l'eau, l'inventaire sur l'utilisation

1 Departmnt of Water Resources and Irrigation, Jawalakhel, Lalitpur, Email: baral.tikaram@gmail.com
2 Department of Agriculture, Hariharbhawan, Lalitpur, Email: niraula_dipak@yahoo.com
3 Universal Engineering and Science College, Pokhara University, Email: bthapa.ioe@gmail.com

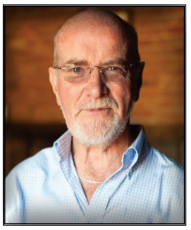
Special Session

alternative de l'eau et les coûts associés, et les types d'utilisations d'énergie pour les sources d'eau alternatives ont été recueillies par le biais de discussions de groupe, d'une liste de contrôle d'observation et d'entretiens avec des informateurs clés. Les agriculteurs utilisent leur propre pompe diesel pour irriguer leurs terres agricoles à partir d'un puits tubulaire peu profond dans la zone de commande. La plupart des agriculteurs dépendent de l'eau du canal (de surface), de l'eau de pluie et de l'eau souterraine pour leur irrigation selon les besoins. L'évaluation économique des puits tubulaires a été réalisée sur la base du déficit d'eau, de l'heure de fonctionnement de la pompe et du coût total associé à l'exploitation, ce qui est considéré comme la perte économique totale due à un mauvais système d'irrigation. La perte économique totale estimée pour cela a été calculée à 406 000 USD et devrait être traitée par des techniques de réhabilitation et d'exploitation et d'entretien appropriées.

Mots-clés : Besoin en eau agricole; Eau du canal; Puits tubulaires peu profonds; Efficacité des performances médiocres.

QUESTION 62: What role can information and communication technology play in travelling the last mile (i.e. the greater adoption of research outputs)?

GENERAL REPORTER Q.62



Mr. Peter Hayes (Australia)

Peter Hayes has extensive experience across education and training, R&D investment and management, viticultural operations and government and industry affairs in a 30+ year career in the wine industry.

His career appointments include, State Viticulturist, Agriculture Victoria; Executive Director, Grape and Wine Research and Development Corporation (GWRDC); Director of Viticulture, Rosemount Estates; National Viticulturist and Industry Affairs Manager, Southcorp Wines (now Treasury Wine Estates).

He has been an active promoter of R&D, and professional development activity contributing to adaptation and innovation within the wine sector and more broadly, including with clients in Australia, India and the UK.

Peter was appointed to the Almond Board of Australia as its independent Chairman in February 2020. Previous industry positions held include President, International Organisation of Vine and Wine (OIV); Chair, Irrigation Futures Cooperative Research Centre CRCIF); President, Australian Society of Viticulture and Oenology (ASVO); Council Member, Australian Wine Research Institute (AWRI); Chairman, Management Committee, Australian Journal of Grape and Wine Research (AJGWR); Board Member, Grape and Wine Research & Development Corporation (GWRDC) and Irrigation Australia Limited (IAL) amongst others.

He was admitted as a Fellow of the ASVO in 2015 and to the Order of Australia, as a Member of the Order (AM) in January 2016. Qualifications held are B.Sc. (University of Melbourne), Dip.Ed. (Monash University), B.App.Sci.-Wine Science (Riverina College/CSU); MS-Horticulture (UCDavis). E-mail: <grapwine@senet.com.au>

QUESTION 63: What role is played by multi-disciplinary dialogue to achieve sustainable development goals?

GENERAL REPORTER Q. 63

VPH Ian Makin (UK)

Ian Makin retired from the International Water Management Institute (IWMI) in 2018 and is now based in the Wallingford, UK. Between January 2015 and March 2018, Ian was Regional Director (Asia), and lead specialist for irrigation management research at IWMI. He was also interim Director General (Research for Development). His research focused on irrigation management for (i) improved system performance, (ii) conjunctive water management, and (iii) amelioration of problem soils. Prior to rejoining Ian worked at Asian Development Bank for 9 years as Principal Water Resources Specialist responsible for providing leadership for investments in water resources management, river basin development, irrigation development and agricultural water management. He was a lead author of the Asian Water Development Outlook 2013 flagship publication of ADB and the Asia Pacific Water Forum. In 2015 Ian was elected as Vice President International Commission on Irrigation and Drainage (ICID). He is chair of the working group on Revitalization and Modernization of Irrigation. He was a member of the ICID Strategic Plan 2016-2025 drafting team and is active in the International Technical Advisory Committees for various ICID conferences, the World Irrigation Forum, and continues to provide technical reviews of papers for a number of journals. Ian worked with IWMI from 1996 – 2005 as Principal Water Management Specialist and Regional Director (SE Asia) and (Asia); Program Leader, Applied Information & Modelling Systems; and Leader, Design and Operations Program. Prior to joining IWMI, Ian was at the Overseas Development Unit of HR Wallingford, UK working on irrigation system management at different scales in Asia and Africa. E-mail: <ianwmakin@gmail.com>

QUESTION 62: What role can information and communication technology play in travelling the last mile (i.e. the greater adoption of research outputs)?

PANEL EXPERT/CO-CHAIR (Q.62)

VPH Ding Kunlun (China), Co-Chair (Q.62)

Dr. Ding Kunlun, VPH of ICID, has worked at China Institute of Water Resources and Hydropower Research (IWHR) in Beijing of China for 38 years with experience in research, technical extension and project management. His specialization includes water-saving irrigation, agricultural land drainage, soil and water management, rural water supply and, rainwater harvesting and utilization. He has published numerous papers/ reports at national and international levels. His degrees are: PhD (1998) from Cranfield University, UK; MSc. (1989) from IWHR, China; BSc (1983) from Wuhan University of Water Resources and Electric Engineering, China. Contact <klding2005@aliyun.com>

Dr. Brian T. Wahlin (USA), Panel Expert (Q.62.1)

Dr. Brian Wahlin is a vice president honoraire with ICID and also the vice president of WEST Consultants (WEST), a specialty engineering firm focusing on hydraulics, hydrology, sediment transport, and other phases of water resources. Dr. Wahlin has 30 years of experience in hydraulic engineering and water resources. During this time, he has analyzed the impacts of flowing water on bridges, dams, levees, and irrigation canals. Dr. Wahlin has a unique blend of research experience and practical experience. For the first half on his career, Dr. Wahlin conducted agricultural research and hydraulic laboratory studies at the U.S. Water Conservation Laboratory, which is part of the U.S. Department of Agriculture/Agricultural Research Service in the United States. For the second half of his career, Dr. Wahlin has gained practical engineering experience while working at WEST. Currently, Dr. Wahlin is the President of the U.S. Committee on Irrigation and Drainage (USCID). He is also a member of ICID's Working Group on Modernization and Revitalization of Irrigation Schemes (WG-M&R).

Dr. Wahlin was the chair of the Task Committee on Recent Advances in Canal Automation for the American Society of Civil Engineers (ASCE). Under his guidance, the task committee prepared a Manual of Practice (MOP) on canal automation for irrigation systems. Formally referred to as MOP 131 Canal Automation for Irrigation Systems, this book focuses on the technical aspects of modernizing irrigation systems through the use of automated canal control systems. MOP 131 is an essential reference for professionals in agricultural and irrigation engineering, as well as owners, managers, and operators of irrigation water delivery systems. E-mail : <bwahlin@westconsultants.com>

Mr. Momir Vranes (USA), Co-Chair (Q.62.1)

Momir has some 40 years' experience in Water Resources Planning and Development, Sustainable Water Resources Development in Environmentally Sensitive Regions, Dam Design and Dam Safety Management, Irrigation Development: Studies, Design, Construction, Operation and Maintenance.

He holds Master Degree in Civil Engineering (Water Resources) from Zagreb, Diploma in Hydraulic and Environmental Engineering (Distinction) from Delft and Bachelor Degree in Civil Engineering (Hydraulics) from Sarajevo.

Professionally, he is affiliated with Irrigation Australia Limited (IAL), RPEQ (Queensland), IEAust as CPEng NER APEC Engineer (IntPE (Aust) IEAust) and a member of Colleges of Civil Engineering and Environmental Engineering – Australia.

Within Irrigation Australia Limited, he holds position as Director, Irrigation Australia Limited (IAL) since 2015 and Chair of the Australian National Committee for Irrigation and Drainage (ICID) from 2017.

Countries of work experience: Afghanistan, Australia, Botswana, Ethiopia, Indonesia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Lesotho, Maldives, Mozambique, Pakistan, Philippines, Sudan, Tajikistan, Tanzania, Thailand, Turkmenistan,

Uzbekistan, Yugoslavia, Zanzibar. E-mail: <mvranes@hotmail.com>

Agencies: UN (FAO, UNDP, UNOPS, UNCDF, GEF), AusAID, ADB, AfDB, WB.

Dr. Rajendra S. Poddar (India), Panel Expert (Q.62.2)

Dr. Rajendra Poddar is a specialist in agricultural education, agrarian economy, natural resources management and policy. He started his career in 1994 as Assistant Professor of Agricultural Economics at College of Agriculture, Vijayapura and served as Associate Professor and Professor of Agricultural Economics in UASD. He has guided about 30 PG students including PhDs. He has served as Head of Project Planning and Monitoring Cell (PPMC) in the office of Vice Chancellor of UASD from 2014 to 2018.

He received ICAR Fellowship for Masters and UASD Merit Fellowship for PhD. He is the recipient of prestigious Endeavour Research Fellowship (2008) of Government of Australia. He has been feted with several awards including National "Rastriya Jal Prahari Samman- 2019", Rashtriya Paryavaran Rakshak Award IN 2013 and 2018 and others. In recognition of his expertise Dr. Poddar has been appointed to various National and International Expert Committees. He was representative of UAS Dharwad in the UN sponsored COP 22 summit climate change at Marrakesh in Morocco. He has handled about 20 research projects and has published 11 Research Reports, 70 Research Papers, 8 Chapters in Books, 40 Popular Articles and has presented papers in national and international national conference/ workshop/ training etc.

In recognition of his expertise Dr. Poddar has been appointed to various National and International Expert Committees-Life Member, INPIM, Member, INCID, Central Water Commission, New Delhi, Member, ICID, New Delhi, Secretary, WG-CDTE, ICID, Member, Academic Council of the KSRDPR University, Gadag, Currently, he is serving as Director of Water and Land Management Institute (WALMI), Dharwad under the Department of Water Resources, Karnataka since February 2018. He has successfully revived the Institute and made it fully functional. Dr. Rajendra Poddar is dedicated to the cause of welfare of students, farmers, and community initiatives for the last 30 years. Contact: E-mail: directorwalmidharwad@gmail.com; poddarrajendra@hotmail.com

Dr. Ahmed Elshaikh Hayaty (Sudan), Co-Chair (Q.62.2)

Researcher/Lecturer in hydrology and water resource engineering, focusing on irrigation management and development. He is working as Assistant Professor at the Water Research Center – University of Khartoum, Sudan. In 2018, he obtained his Ph.D. degree from Hohai University, China. The Ph.D. thesis title is (Development of a new Software Model to Evaluate and Analyze Irrigation Projects Performance). Between April 2017 and October 2019, Ahmed was interim Director of Irrigation Research and Development Unit at the Ministry of Irrigation and Water Resources. The research topics include large and small-scale irrigation systems, irrigation management (operation and maintenance), canals and hydraulic structures design, irrigation performance evaluation, irrigation modernization, irrigation water pricing, irrigation transfer and farmer participation, and policies and institutional development. Ahmed led and participated many research projects related to irrigation modernization and rehabilitation. He had the chance to be a member of the team that put the strategy and plans for the rehabilitation program of irrigation projects in Sudan. In addition, he is the supervisor of the (Canal Automation for Irrigation Systems) project, which aims to increase the irrigation efficiency, by improving the management and operation, of existing surface irrigation projects in Sudan. He is also familiar with the application of smart ICT in irrigation management, FAO WaPor Platform for irrigation assessment, and modern irrigation systems techniques to mitigate climate change impacts. Contact by email: <ahmedhayatay@live.com>.

Mr. Richard McLoughlin (Australia), Panel Expert (Q.62.3)

Richard's professional background has been focussed on in primary industries and natural resource management. His career commenced with more than 13 years in marine and aquatic research roles with Australia's CSIRO, followed by Senior Executive roles in the Tasmanian and Victorian governments including as Victorian Director of Fisheries for seven years. In 2004 was appointed as Managing Director of the Australian Fisheries Management Authority (AFMA), followed by roles as Assistant Secretary for National Irrigation Efficiency and National Water Resources, and acting Chief Executive Officer of the National Water Commission. These roles included responsibility for international water engagement matters including formal water management cooperation agreements with Indonesia, India, the US, and China, mainly focussed on sharing experiences on improving irrigation water use efficiency through innovative government policy settings and infrastructure investments.

In April 2019 he was tasked with establishing a new Commonwealth agency – the North Queensland Water Infrastructure Authority – and was appointed as its inaugural Chief Executive Officer to oversee business case preparation for new water infrastructure and irrigation projects initially costed at over AUD $6.5 Billion. Following successful establishment of the new agency and significant progress with development of the projects he retired from this role and the Australian Public Service in mid-2021.

Richard holds a B.Sc. (Hons) and M.Sc. from the University of NSW, is a graduate of the Australian Institute of Company Directors and the Executive Fellows Program of the Australian and New Zealand School of Government. He was an inaugural member of the International Advisory Committee for the Global Water Institute at the University of NSW, an Honorary Fellow of the School of Engineering and Computer Sciences at the University of Wollongong and has been elected as a Friend of the Peter Cullen Trust. Email: <amc79740@bigpond.net.au>

Mr. K.P. Bakshi (India), Co-Chair (Q.62.3)

Mr. K.P. Bakshi retired from the prestigious Civil Service of India, the Indian Administrative Service in the year 2016. An MBA with distinction from United Kingdom and a B.Tech. from the Indian Institute of Technology Kharagpur, he has over forty three years of experience in public service.

Post his retirement from the IAS, he was appointed as the Chairman of Maharashtra Water Resources Regulatory Authority where he served till May 2020.

He is fully conversant with the water related issues including irrigation water, drinking water, waste water management, recycling & re-use of water, water for industrial use etc. and has extensive experience in water regulatory field.

He was Chairman of the Experts' Committee for Preparing the Godavari River Basin Plan, the first comprehensive river basin plan of the country. Mr. Bakshi was invited to deliver a TEDx talk on Maharashtra water regulatory initiatives before a large number of scientists, students, youth, and professors in Boston USA in 2019. Government of South Australia, Department for Environment and the International Centre of Excellence in Water Resources Management (ICEWaRM) awarded him a certificate of recognition and appreciation for establishing a Centre of Excellence within the MWRRA. Mr. Bakshi had several occasions to associate with water and irrigation related issues nationally as well as internationally which include representing MWRRA in the World Water Regulators' Forum at Hong Kong in 2019, World Irrigation Forum at Bali in 2018 and at an international conference in Tel Aviv Israel.

Promoting water use efficiency, incentivizing formation of water users' association, water tariff' revision, adjudication of water disputes, benchmarking of Urban Local Bodies for efficient management of water, evaluation of regulatory initiatives taken by the MWRRA by conducting impact studies and introduction of Wastewater Reuse Certificate for promoting and enhancing recycling and reuse of treated wastewater are some of his significant contributions to the water reforms sector in Maharashtra, India.

Under Mr. Bakshi's Chairmanship, MWRRA received the 'Best Water Regulatory Authority in the Country Award' for two consecutive years in 2018 and 2019 under the National Water Awards Scheme of Government of India. He was also conferred the prestigious 'Dr. A.P.J. Abdul Kalam Award for Innovation in Governance' in the year 2019 by Dr. APJ Abdul Kalam Centre. E-mail : <kpbplang@gmail.com>

QUESTION 63: What role is played by multi-disciplinary dialogue to achieve sustainable development goals?

PANEL EXPERT/CO-CHAIR (Q.63)

Mr. Damien Pearson (Australia), Co-Chair (Q.63)

Damien Pearson is Global Business Development Manager with Rubicon Water. Damien's career has focused on the development and deployment of technologies to improve agricultural water use efficiency. Damien has more than 23-years' experience in modernising global irrigation canal networks and implementing methods to increase distribution efficiencies to make more water available for beneficial use. His professional experience includes 14-years managing the development of Rubicon's flow measurement and control solutions including the measurement technologies in Rubicon's FlumeGate and SlipMeter products. In this time Damien served an industry advisory role in the Australian Standards Committee that developed Australia's flow metering standards for non-urban water supply. More recently Damien's focus has been on designing and implementing irrigation modernization projects. Damien managed Rubicon's North American operations for four years and has implemented many canal modernisation projects in the Western United States. In his present role Damien is focused on developing global irrigation modernisation projects throughout the Americas, Europe, Africa and Eurasia. Contact by email <Damien.Pearson@rubiconwater.com>

Dr. Kazumi Yamaoka (Japan), Panel Expert (Q.63.1)

Dr. Kazumi Yamaoka received B.S. and Ph.D. degree of Agriculture from the University of Tokyo (UT) in 1982 and 2006, respectively. He started working for the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF) of Japan in 1982. He has had various diplomatic and official postings as well as been engaged in professor of UT and senior researcher in national institutes. He has been widely involved in international discussions on water issues and received the PAWEES (International Society of Paddy and Water Environment Engineering) 2015 International Award. He is currently a research leader of Bio-oriented Technology Research Advancement Institution (BRAIN), and a manager of Society of Researchers for International Development (SRID), Japan. He devoted most of his career in national and local government administration and in international research on irrigation and water resources management. He was a member of Japanese National Committee for International Commission on Irrigation and Drainage (JNC-ICID) in 2008-2020 and a Governor of World Water Council (WWC) in 2012-2015 and has always been an outstanding opinion leader in arenas of world water discussions and rural engineering practices. In addition to such research results as an irrigation engineer, Kazumi is promoting research on rice cultivation methods discovered in Indonesia that can be harvested seven times in two years under the tropical climate and has achieved outstanding results in Myanmar and Ghana. This is a rice ratoon crop cultivation system that overturns the conventional common sense, taking advantage of the characteristics of rice, which is originally a perennial plant, and is continuously harvested seven times for two years with less than half irrigation water per unit yield. Taking advantage of his experience as the first secretary of the Embassy of Japan in the Netherlands in 1991-1994, he has been giving lectures on international cooperation at Toyo University since 2008. Contact by email <kaz59@fmail.plala.or.jp>

Ms. Claire Miller (Australia), Co-Chair (Q.63.1)

Claire Miller has almost 40 years of experience immersed in complex operating environments where policy, politics, community values, ecological sustainability and economic imperatives clash. She was a journalist with The Age newspaper, a leading daily broadsheet, for more than 20 years, covering the environment, politics and rural affairs, before joining the Victorian State Government in Australia as a senior ministerial water policy adviser in 2007 during the height of Australia's severe Millennium drought. Since 2011, Claire has worked in various roles for agricultural industry groups and regional communities researching and analysing the regulatory, socioeconomic and environmental implications of Australia's ambitious water management reform program to address over allocation and climate change impacts. Since 2020, Claire has been the Chief Executive Officer of the New South Wales Irrigators' Council based in Sydney. She has a Masters Degree in Environmental Studies from Melbourne University and is also a director on the East Gippsland Catchment Management Authority board. E-mail : <claire@nswic.org.au>

VPH Dr. Mohamed Wahba (Egypt), Co-Chair (Q.63.2)

Mohamed Wahba has many years of integrated and diverse experience starting from the field work and supervision of the implementation of projects for irrigation and drainage, research work and field studies, evaluation of the use of modern technologies in drainage networks and the use of drainage water for irrigation as well as savings in irrigation water, development and management of water resources, including the preparation, design and implementation of policies and strategies, in addition to supervision and follow-up implementation of large projects. Planning and implementation of coastal protection projects and preparing the training strategy of the Ministry, designing and implementing various training programs in all fields related to water resources, irrigation and drainage, training needs assessment plans and capacity building for all different functions at the ministry level.

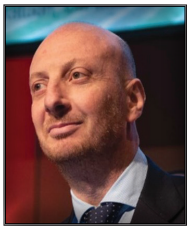
He was the technical general director of the Minister office- Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI) of Egypt (2011-2014), Deputy Chairman of Egyptian Shore Protection Authority (2014-2015) and deputy chairman of Regional Training Center of MWRI (2015-2017). He was the representative of in several international and regional forums such as water resources committee of ESCWA, and coordinator of cooperation between the Ministry and similar ministries in China and Iraq. He elected as Vice-President of international commission on Irrigation and Drainage (ICID) (2014-2017) and he was the former chairman of ENCID he was an international visiting scientist to Chinese academy of science (April 2019- end 2020). He is VPH of ICID, Chairman of the African regional Working Group &, Capacity Development, Training and Education Working Group (CDTE-WG) of ICID, he is a emeritus researcher at Drainage Research Institute, NWRC of Egypt and a senior guest researcher to Chines academy of science. Contact by email <mswahba@hotmail.com>

Prof. Jeff Camkin (Australia), Co-Chair (Q.63.2)

Jeff Camkin is water and natural resource management specialist with 30 years' experience in water, fisheries and agriculture stakeholder engagement, governance, policy development, resource allocation, research and education. He is currently Adjunct Professor (Water Resource Management) at the University of Western Australia's Institute of Agriculture and Senior Fellow (Water Policy and Management) at the Sydney-based Institute for Study and Development Worldwide (Australia), Honorary Lecturer at the University of Algarve (Portugal) and the Technical University of Darmstadt (Germany), and a member of the International Committee on Irrigation and Drainage Working Group on Capacity Development, Training and Education. As a well-travelled Churchill Fellow, Endeavour Fellow and Australian National Committee on Irrigation and Drainage Fellow, and throughout his professional career, Jeff has observed, advised, consulted, or managed water issues in Asia, Africa, North and South America, and Europe, as well as Australia,

where he was a Western Australia Branch President, National Board Director, and Global Ambassador for the Australian Water Association. Linking stakeholder and community interests, policy and practice has featured throughout Jeff's career, including in former roles as Sustainability Specialist and Leader of the Australian Research Centre for Water in Society at CSIRO, Program Leader of Australia's Cooperative Research Centre for Irrigation Futures, Manager of Water Allocation for Western Australia, policy advisor to ministers for water resources, environment, fisheries and agriculture, and manager of commercial and recreational fisheries. With a strong commitment to supporting capacity building in water resource management, in 2014 Prof Camkin founded World Water Policy Journal as a platform to support the world's emerging water leaders and thinkers, and he remains Editor-in-Chief. Contact by E-mail: <Jeff.Camkin@uwa.edu.au>

VPH Dr. Marco Arcieri (Italy), Panel Expert (Q.63.3)



Marco Arcieri is an Officer of the Southern Italy Hydrographic District Authority- MINISTRY OF ENVIRONMENT, ITALY since 2006. Earlier to that, he has been working for the National Institute of Agriculture, a research institute of the MINISTRY OF AGRICULTURE. During his professional experience he visited more than 40 Countries worldwide, in order to implement international research projects and attend various Workshops and Meetings, both as a key note speaker and as an invited guest. During his scientific activity he has produced and revised several papers for peer reviewed Journals, dealing with issues related to water resources management and irrigation planning/design. His research interests are focused on atmosphere-soil-water-plant interactions, aimed at the proper assessment of crop water requirements, sustainable agriculture techniques and water saving in agriculture. He's a Vice President Honoraire of ICID, as well as the SECRETARY GENERAL of ITAL-ICID, the National Committee of Italy. Also, he's a member of ICID Task Force to Guide the Partnership Process (TF-GPP) – Support to the High Level Advisory Group (HLAG) on "PARTNERSHIP FOR AGRICULTURE WATER MANAGEMENT; member of ICID Panel of Judges for evaluations of nominations (PoJs) invited under the "SCHEME FOR RECOGNITION OF HERITAGE IRRIGATION STRUCTURES"; Head of the ICID REGIONAL NODE FOR THE MEDITERRANEAN AREA – IRPID PROGRAM; Chair of the ICID PERMANENT FINANCE COMMITTEE; member of ICID Working Groups "Water & Crop", "European" and "History"; member of the Steering Committee of UN FAO Program WASAG - GLOBAL FRAMEWORK ON WATER SCARCITY and is a PERMANENT OBSERVER to UN Agencies FAO, IFAD and WMO. Contact by Email: <m.arcieri@icid.org>.

Dr. Carl Walters (Australia), Co-Chair (Q.63.3)

Carl Walters has been involved in the water and natural resource management industries in northern Victoria for 40 years and currently manages the Sustainable Irrigation Program for the Goulburn Broken Catchment Management Authority. This position followed a role managing the River Health Implementation program for the CMA so he brings a balanced view to the irrigation field. Prior to commencement with the GBCMA Carl worked with Goulburn-Murray Water in many roles for more than 25 years. His extensive background in the irrigation industry has helped provide that perspective to operations within the GBCMA. He has a key focus on real partnerships, putting research and new knowledge into practice on the ground and the continued promotion of improved irrigation practices that will allow the region meet the demands of increased food production, climate change and competing demands for water. The current focus of Carl's role is the transformation of the irrigated landscape and the resilience of this area in particular, influencing water related policy and the need for management of the impacts of irrigation such as water quality and salinity. Carl also had the honour of being nominated and eventually runner up in the Victorian Water Professional of the year in 2021. E-mail : <carlw@gbcma.vic.gov.au>

Carl currently is a Director of Irrigation Australia Limited and a Committee member of the National Committee of Irrigation and Drainage (AINCID) and is also the Deputy Chair of the International Committee for Irrigation and Drainage (ICID) Work Group on Sustainable On-Farm Development and

a member of the Work Groups for Environmental Impacts and Food Energy Nexus .

Er. B.A. Chivate, Director (Technical), Congress Coordinator & Reviewer

Er. Balasaheb Anantrao Chivate, joined ICID as Director (Technical) on 1 February 2019. Er. Chivate has more than three decades of professional experience in the field of land drainage, irrigation and water resources management. He pursued his diploma in irrigation water management from Water And Land Management Institute (WALMI), Aurangabad, India and received his MIE from the Institution of Engineers (India) Kolkata. In 1998, he obtained his M.E. (Irrigation Water Management) from the University of Roorkee, now Indian Institute of Technology (IIT) Roorkee, India and is also a Fellow member of the Institution of Engineers (India), Kolkata and the Indian Water Resources Society, Roorkee. He has worked as faculty member with WALMI, Aurangabad for more than 10 years and has imparted training on irrigation water management to farmers and engineers. Also he worked as guest/ visiting professor for several institutes / universities. He has got several technical papers published in various journals. Also presented several papers at numerous national and international meetings and also served as expert reviewer. Currently he is a member of the Editorial Board if ICID Journal "Irrigation and Drainage" since 2019. He received the Best Paper Award during the 26th Indian Engineering Congress in Bengaluru, India (2011). Er. Chivate has sound knowledge and expertise in various aspects of survey, research, irrigation water management, water accounting, benchmarking of irrigation projects and has also worked extensively with the State Water Resource Department, Maharashtra, India. Contact: <bachivate@icid.org>

REVIEWERS		
Sl. No.	**Name**	**E-mail**
1	Dr Ayars, Jame (USA)	james.ayars@gmail.com
2	Dr Bohaienko, Vsevolod (Ukraine)	sevab@ukr.net
3	Dr Koshiyama, Naoko (Japan)	koshiyama-n@ceri.go.jp
4	Dr Seija, Virtanen (Finland)	seija.virtanen@tukisaatio.fi
5	Dr Watanabe, Tsugihiro (Japan)	nabe@kumamoto-u.ac.jp
6	Dr Zohrabi, Narges (Iran)	nargeszohrabi@gmail.com
7	Mr Dimick, Franklin (USA)	frankdimick@gmail.com
8	Mr Khaledi, Houman (Iran)	homankhaledi@yahoo.com
9	Mr Makin, Ian (UK)	ianwmakin@gmail.com
10	Mr Pandya, Ashwin B (India)	abpandya@gmail.com
11	Mr Vranes, Momir (USA)	momir.vranes@irrigation.org.au
12	Prof Romashchenko, Mykhailo (Ukraine)	mykhailo.rom@gmail.com
13	Er. B.A.Chivate (India)	bachivate@icid.org

Author Index

A

A. Senzanje 311
A. Sheini Dashtgol 356
A. Shevchenko 37
A.A. Naseri 356
A.D.S. Iresh 303, 305
A.K. Upmanyu 59
Abdullah M. Butuwaiba 358
Abdulrahman S. Alablan 324, 358
Abotaleb Ghezelseflo 53
Abuzar Gharehkhani 265
Adek Rizaldi, 90
Adelaide Cristielle Barbosa da Silva 160
Adeyemi Khalid Adeola 126
Afera Halefom 101
Ahmed Elshaikh 283
Akhilesh Kumar Yadav 164
Alam 273
Ali El-Naqa 358
Ali Hammani 92, 170
Ali Shahnian 233
Alidou Sawadogo 354
Allen Benter 41
Aluthge Dona Suhajinee 103
Amare Haileslassie 350
Andrew Dark 161
Andrew W. Western 280
Andrew Western 297
Anmut Enawgaw Kassie 370
Anubhav Chaudhary 161
Arash Parehkar 297
Asirat Teshome 101
Atef Nassar 212
Awais Zafar Muhammad 105
Aynur FAYRAP 79, 85
Azhar M. Memon 324

B

Badra Kamaladasa 235
Bamdev Paudel 258
Bang Jehong 322
Bart Schultz 161, 263, 258
Bashir Adelodun 126, 345
Basirzadeh Habibolla 318
Bedri Kurtulus 324
Behzad Navidi Nassaj 284
Ben Sefton 41
Bernard Belk 205
Bheshraj Thapa 374
Birendra KC 161, 258, 263
Biruk Shewayirga 101
Blake Sanden 335
Bolormaa Bayarchimeg 127
Bondarik Irina 253
Brian Wahlin 197
Bruce Lampinen 335
Buber Alexander 253
Byung sun Lee 168, 249

C

Cabello-Leblic Arancha 341
Carl Walters 38
Catalina Romay 71
Catariny Cabral Aleman 160, 214
Catherine Mae Culumber 335
Chan-Duck Jeong 168, 249
Chien-Chih Lee 87
Chien-Kuo Chen 63
Chih-Bin Chu 177
Chih-Chiang Dung 65, 87
Ching-Hsiang 127
Chin-Yuan Lin 87
Choi Jin-Yong 322
Chung-Ling Hsieh 67
Corri Eriza 261
Cox J.W. 271

D

Damien Finlayson 38
Damien Pearson 149, 256
Damien Pearson, Global Business Development Manager, Rubicon Water 149
Daniele Zaccaria 335
Danlu Guo 280, 297
David Allen 179
Dayyabu Muhammad Z 352
Dekhtiar O.O. 96
Derdall, Evan 238
Dilip Yewalekar 288
Dillee Ram Dangi 161
Dipak Bhardwaj 374
Dissanayake Mudiyanselage Thushara Sanjeewa Dissanayake 296
Dominique Gärtner 205
Domitille Vallee 233
Dong-Hyun Yoon 84

Dongryeol Ryu 280, 297
Dr Aidan Senzanje 286
Dr De Michele Carlo 111
Dr Henk Ritzema 109
Dr Jos van Dam 109
Dr Monaghan Joseph 208
Dr Omodei, Bernie 77
Dr Osann Anna 111
Dr Rabnawaz 251
Dr Richard Stirzaker 98
Dr Vuolo Francesco 111
Dr. Steduto, Pasquale 341
Dr. A. Upadhyaya 226
Dr. Bohaienko Vsevolod 45
Dr. Buber Alina 294
Dr. Dobrachev Yuri 294
Dr. Fereres, Elías 341
Dr. García-Vila Margarita 341
Dr. Hundertmark, Wilfried 156
Dr. Ir. MSc. Laurentia Susilawati Cicilia 51
Dr. Jimenez-Berni Jose A. 341
Dr. L. B. Roy 226
Dr. Matiash Tetiana 45
Dr. Minaei Sohrab 318
Dr. Murtiningrum Murtiningrum 73
Dr. Nugroho, Andri P. 73
Dr. Polishchuk, Vitaliy 156
Dr. Sangle Shivaji 209
Dr. Sanjay Belsare 339
Dr. Shivaji Sangle 188, 313, 339
Dr. Shivaji T. Sangle 254
Dr. Vicky Ariyanti 261
Dube ZP 191
Dukes Michael 152

E

Ehssan El Meknassi Yousoufi 170
El Bendary, Naglaa 341
Elia Scudiero 335
Elis Marina de Freitas 214
Ella Sede Maforikan 92
Er. Balasaheb Chivate 313, 339
Er. Rohit Lall 61
Ermias Sisay 101
Esmaelzade Farshad 100

F

Faiz Raza Hassan 57
Fang-Lan Ko 63, 65, 67, 87
Farid Traoré 354
Fethi Lebdi 324
Filiz Bulut 327
Fleming N. 271

G

Gholami, Hassan 181
Ghorbani Elham 186
Ghulam Shabir 57, 372
Ghulam Zakir-Hassan 57, 372
Gizachew Sewagegn 370
Global Business Development Manager 256
Golden Odey 126, 345
Guan Guanghua 200
Guan Xiaoyan 194
Gunawardana (Ms) 103
Gustavo Henrique da Silva 214
Gyu Sang Lee 168, 249

H

H. Saberi M. Zare Bahari 124
Hafiz, Kashif Muhammad 105
Hao-Chih Lee 87
Harms, Ted 238
Hee-Jin Lee 81
Helgason, Warren 238
Henry Wai Chau 258
Hong-Man Tsai 65
Hsieh 127
Hsing-Hao Hsu 63
Hung Ngoc Nguyen 361
Hung-Chih Lee 63
Hsiu- Chuan Wang 63
Husen Maru 350

I

I. Shevchenko 37
I.G.Bondarik 129
Ian McIndoe 161
Idrees A. Farooqui 324
Idriss, Safaa 196
Imanov Farda 230
Imran Malik 361
Isaacs L 191
Ishigooka Yasushi 292

Ismail Karaoui 283
Iu. Danyenko 47
Iwan Nusyirwan 90

J

J F Punthakey 57, 372
Jamal Mabrouki 283
James Kiptoo Ohanga 179
Jasim Uddin 41
Jehong Bang 290
Jeon, Min-Gi 299
Ji Mengzhe 194
Jia-Qi Zuo 347
Jih-Shun Liu 63, 65, 67, 87
Jin-Yong Choi 290, 30, 9
Jioun-Jie Huang 65
Jiro Ariyama 233
Ji-You Liang 65
Jochen Eberhard 361
John Bright 161
Joon-Keat Lai 347
Joslanny Higino Vieira 214

K

K Binoy 164
Kabir Atiku 352
Kamaladasa, Badra (Mrs) 75
Karki, Binu 365
Keigo Noda 158
Kemal S. Gündoğdu 354
Khabir Ali 349, 368, 369
Khaled Bali 335
Khalid Adeyemi 345
Khodabakhshi Hamidreza 100
Khumbulani Dhavu 276
Kim Kwihoon, 322
Kim Maga 322
Koji Kitamura 122
Krishna Prasad 161
Krishna Reddy Kakumanu 117
Kristen Shapiro 335
Kuan-Hui Lin 347
Kudo Ryoji 292
Kuji Murtiningrum 261
Kwang SiK Yoon 260
Kwihoon Kim 94, 290, 309
Kyung Sook Choi 126, 345

L

L.N. Medvedeva 129
Laxman Sharma 263
Laylton de Albuquerque Santos 214
Li Ruoxi 194
Liu Jing 194
Lopez-Guerrero Alicia 341
Louis Kouadio 354
Lubna Bouhachlaf 283
Lung-Sheng Hsieh 177

M

Mohamed Wahba 283
M. Akhtar Bhatti 107
M. Romashchenko 37
M. S. ADIAHA 343
M.Sc. Moen, Henk 156
M.Sc. Roerink, Gerbert 156
M.Sc. Roest, Koen 156
Macdex Mutema 276
Madakadze IC 191, 216
Maga Kim 290
Magdy Mohssen 258
Mahdi shafaghati 53
Mahesh Kothari 55
Mahjoobi Arash 318
Mahsa Mansouri 69
Mahshad Pashmforoush 349
Majeed Safa 263
Makhwedzhana M 191
Mallants D. 271
Manisha Kinge 288
Manoshi Mothapo 276
Maponya P 191, 216, 223
Marcel Kuper 170
Mark Potter 38
Martin Fritsch 205
Maruyama Atsushi 292
Masood Muhammad 105
Matheus Amorim Caliman 214
Matiash T.V. 96
Mbili N 191
Meegastenna, Janak (Mrs) 75
Megersa Dinka 101
Mehrnoosh Golabi 69
Meseret Dawit 101
Meysam Naghashian 166
Michael Scobie 361

Mihret Dananto 101
Ming-Tee Hung 177
Mohamed Anter Mohamed Moursy 324
Mohamed El Fetyany 212
Mohammad A. Yassin 324
Mohammad Faiz 273
Mohammed A. Alomair 324
Mohammed A. Alomair 358
Mohan Giresh 273
Monem Mohammad Javad 186
Mongwaketsi K 191
Mr Atkinson Jacob 208
Mr Carl Walters 202
Mr Kelvin Bruce 202
Mr Smit Michael 163
Mr Watt Christopher 208
Mr. Lebdi Fethi 113
Mr. Salman Maher 113
Mr. Sun Xiulu 109
Ms Megan McFarlane 202
MS NOSIPHO DLAMINI 286
Ms. Pek Eva 113
Ms. Sangle Shivani 209
Ms. Shivani Sangle 188, 313
Ms. Simongini Camilla 113
Muhamad Khoiru Zaki 158
Muhammad Ali Hassan Khan 57

N

Nabi Ghulam 105
Naveed Muhammad 105
NAM WON-HO 82, 299, 316
Narges Zohrabi 284
Niaz Waris 360
Nikkhah, Majid 181
Nitya Nand Rai 43
Nkuna T 191
Nozar Ghahreman 265
Nuriyev Anar 230

O

O. Kozytskyi 37
Octavio L. Lagos 335
Onen, Mustafa Onur 278

P

Pai-Hung Wang 63
Parsinejad Masoud 337
Parviz Garshasbi 53
Parviz Irannejad 265
Pashmforoosh Maryam 49, 100
Pashmforoush, Mahrooz 349, 368, 369
Patricia Anthony 258
Peng-Jui Wang 177
Peter Hayes (Australia) 23,19
Petrie P. 271
Peyman Jafary 233
Ph.D, Chávez, José L. 35
Phogat, V. Pitt T. 271
Prithbi Man Thapa, 161
Prof Calera Alfonso 111
Prof DUrso Guido 111
Prof Metternicht Graciela 111
Prof Ryu Dongryeol 111
Prof. Arif, Sigit S. 73
Prof. Dr. Zhovtonog, Olga 156
Prof. Romashchenko Mykhailo 45
Prof. Tafadzwanashe Mabhaudhi 286
Prof: Dr. Muhammad Jamal Khan 251
Pureun Yoon (Ms, Yoon, Pureun) 309
Pureun Yoon 290

R

R. Bozhenko 37
R.T. Thokal 55
Rahimian, Mohammad Hassan 181
Raja Omid 337
Ranjbar Gholam Hassan 181
Ratkovich Evgeniy 253, 294
Ravindra S Gavali 117
Ravindra Ulangwar 59
Ray-Shyan Wu 65, 67, 87
Ren Xiaolei 218
Renata Minhoni 335
Revalin Herdianto 90
Ricardo Aguirre 197
Richard L. Snyder 335
Rigakittyndya Tiamono 154
Rishi Srivastava 43
Rohan Perera 161
Romashchenko M.I 96
Rubicon Water 256
Rumzi Ahmad 123

S

S. Boroomand-Nasab 356
S. Lutnitskyi 47
S. Shevchuk 37
S.D. Gorantiwar 55
S.N Singh 320
S.R. Bhakar 355
Salah M. Sidahmed 324
Saleem Akhtar 372
Sami Bouarfa 170
Samuel Zahner 205
Sang-Gee Seo 249
Sangjin Seo 168
Sarah Seton 361
Seiya Aihara 307
ŞEREN Ahmet 39
Şerife Pınar Güve 79, 85
Shahram Kordi 166
Shakti Rahadiyansyah Dwi Purwantoro 154
Shao-Ran Chang 65
Sharma Khem Raj 365
Sheng-Fu Tsai 177
Shevchuk S.A. 96
Saidak R.V 96
Shin, Ji-Hyeon 316
Shrikant V Mukate 117
Shubhankar Biswas 59
Sikka Alok 273
Simon Cowan 38
ST.SP. MT Lukas A Melkior 51
Sudharshan M 273
Su-Ju Lin 347
Suman Sijapati 263
Sung-Ho Song 168, 249
Svendsen, Erl 238
Syaiful Mahdi 90

T

T. Mabhaudhi 311
T.L. Dirwai 311
Tahulela 191,216
Takada Asari 292
Takeo Yoshida 307
Tanko, Hakibu 238
Tao Yuan 194, 218
Terry Hunter 38
Tesfaye Zeleke 350
Thomas Hersche 205
Tikaram Baral 374
Tollefson, Laurie 238
Tomasiewicz, Dale 238
Tsu-Chuan Lee 301
Tung Nguyen Ba 361

V

V. Bohaienko 47
Vallee Domitille 341
Vardhan Vijay 273
Verma Shilp 273
Vicky Ariyanti 154
Vikas Rajoria 59
Vishnu Prasad Pandey 161, 258, 263
Vivek Kapadia 183, 363
Vlotman, Willem F. 119
VPH Ian William Makin (UK) 139, 133
Vrugt Jasper 278

W

Wang Shaoli 194, 218
Wen-Shin Lin 347
Won-Ho Nam 81, 84, 325
Wooho Myoung 168

Y

YANG MI-HYE 82
Yatsyuk M.V. 96
Yella Reddy Kaluvai 117
Ying-Tzy Jou 347
Yoon Pureun 322
Yoshida Take 292
Young-Sik Mun 325
Yu. Mykhailov 47
Yu-Min Wang 347

Z

Zhu Zheli 200
Zitian Gao 280

24è Congres International des Irrigations et du Drainage

3-10 octobre 2022, Adélaïde, Australie

Transactions / Actes

Question 62:	**What Role Can Information and Communication Technology Play in Travelling the Last Mile (i.e. The Greater Adoption of Research Outputs)?** Quel rôle les technologies de l'information et de la communication peuvent-elles jouer à accomplir le dernier mille (c'est-à-dire l'adoption plus large des résultats de la recherche)?
Question 63:	**What role is played by multi-disciplinary dialogue to achieve sustainable development goals?** Quel rôle joue le dialogue multidisciplinaire pour atteindre les objectifs de développement durable?
Special Session:	**Developing the future tools for managing uncertainty in irrigation water supply** Developper les outils futurs pour gerer l'incertitude dans l'approvisionnement en eau d'irrigation

Hosted by:

IRRIGATION AUSTRALIA

Irrigation Australia Ltd.
Irrigation Australia's Committee on Irrigation and Drainage (IACID)
11/58 Metroplex Ave., Murarrie, QLD 4172
PO Box 13, Cannon Hill, 4170
Australia

T: +61 7 3517 4000
E: icid2022@irrigation.org.au, info@irrigation.org.au
W: www.irrigationaustralia.com.au

USB flash drive included in this book contains full length papers.
Of no commercial value.

ISBN 978-81-89610-32-6

ICID•CIID

ICID Central Office:
48 Nyaya Marg, Chanakyapuri, New Delhi 110 021, India
Tel : +91 11 2611 6837, +91 11 2611 5679
Fax : +91 11 2611 5962
E-mail : icid@icid.org, Website : http://www.icid.org

/icidat **/icidorg**
/icidonline
/in/icidonline