

# Nouvelles CIID

## Gestion de l'eau pour l'agriculture durable



### MESSAGE DU PRESIDENT

Chers collègues et amis,

Salutations!

L'évolution humaine a été un voyage d'innovations multidimensionnelles sur des milliers d'années. L'eau et d'autres ressources naturelles vitales telles que la terre, l'air et les minéraux ont permis aux humains de peupler rapidement la terre en utilisant la domestication sélective des plantes et des animaux dans différentes zones géographiques et climatiques. Au cours de l'évolution humaine dans différentes parties du monde, la disponibilité de l'eau douce a été l'un des principaux facteurs responsables de l'émergence de tribus, de communautés et de civilisations humaines, influençant les modèles de migration et d'invasion vers des terres riches en ressources offrant de meilleures conditions environnementales. La base de toute la chaîne alimentaire est la nourriture végétative et le fourrage sur lesquels survit tout l'écosystème de faune. La production alimentaire a été une activité clé de survie où l'utilisation de l'eau agricole est un élément clé. Compte tenu de ce qui précède, l'expression courante "L'eau est la vie" ne saurait être exagérée.

Le principal défi auquel est confrontée l'agriculture irriguée aujourd'hui est de

produire plus de nourriture en utilisant moins d'eau par unité de production, c'est-à-dire d'augmenter la productivité de l'eau dans l'agriculture irriguée et pluviale. Cet objectif ne sera atteint que si les technologies, les outils de gestion et les politiques d'économie d'eau appropriés sont en place. Tous ceux qui sont impliqués dans la gestion de l'eau d'irrigation - gestionnaires, agriculteurs, travailleurs - doivent être encouragés et guidés par des politiques et des incitations appropriées, pour économiser l'eau et minimiser les gaspillages afin d'atténuer les impacts environnementaux négatifs.

L'agriculture irriguée est souvent qualifiée comme dévoreur de l'eau du fait qu'entre 1950 et 2000 la population mondiale a été multipliée par trois, la superficie irriguée a doublé, tandis que les détournements d'eau vers l'agriculture irriguée ont été multipliés par six. Bien que la couverture ait augmenté, l'efficacité n'a pas suivi le rythme de l'utilisation accrue. Par conséquent, certains grands bassins fluviaux sont arrivés à un niveau avancé d'épuisement de l'eau. Dans les pays arides et semi-arides, l'eau est déjà devenue un facteur limitant la production agricole. Le changement climatique est susceptible d'aggraver davantage la situation de pénurie d'eau. Ainsi, dans un scénario de statu quo, il pourrait ne pas y avoir assez d'eau pour produire les aliments nécessaires pour nourrir le monde en 2050. Il est donc impératif de promouvoir à grande échelle des pratiques d'économie d'eau dans l'agriculture irriguée. Par conséquent, de nombreuses organisations internationales, gouvernements nationaux, instituts de recherche, organisations d'agriculteurs et agences privées du monde concentrent leurs efforts sur le développement et l'application de diverses mesures d'économie d'eau. Depuis sa création, la CIID, à travers son programme Prix WatSave, a également joué un rôle important dans la reconnaissance et la promotion des technologies d'économie d'eau, des pratiques de la gestion et de la gouvernance communautaire de l'eau

agricole.

Une vaste gamme de technologies est disponible pour un fonctionnement amélioré, une meilleure gestion et une utilisation efficace de l'eau d'irrigation, allant des simples tubes siphons pour l'application de l'eau sur le terrain à l'automatisation sophistiquée des canaux et à la télémétrie. Les approches/pratiques d'économie d'eau dans l'agriculture irriguée peuvent être classées comme techniques, agronomiques, de gestion et institutionnelles. La réussite de ces approches dépend du niveau de leur intégration dans des environs ou un contexte donné.

Ce numéro des Nouvelles CIID est consacré aux quatre lauréats des Prix WatSave de 2021, annoncés récemment à Marrakech, au Maroc, lors de la session plénière de la réunion du Conseil exécutif international (CEI) CIID. Les lauréats présentent un échantillon des efforts mondiaux déployés dans les domaines de l'économie d'eau. Le jury international et son président ont évalué toutes les nominations reçues et ont recommandé ces lauréats pour l'approbation du CEI. Le Comité de rédaction de la Revue «Irrigation et Drainage» de la CIID identifie et recommande également le meilleur rapport de recherche chaque année afin de présenter les derniers développements scientifiques réalisés dans le secteur. Le Prix du meilleur rapport est également inclus dans ce numéro des Nouvelles CIID. J'espère que vous trouverez les articles sur les lauréats informatifs et pertinents dans votre domaine de travail.

Je vous souhaite à tous meilleurs vœux de nouvel an 2022 !

Meilleurs sentiments,

Le Président CIID

**Prof. Dr. Ragab Ragab**



ICID•CIID

www.icid.org

### A L'INTÉRIEUR

- 2-3 Prix de la technologie : Méthode d'irrigation hybride pour économiser l'eau dans l'agriculture irriguée
- 3-4 Prix de la gestion innovatrice de l'eau : Gestion : PREMIER Projet d'Irrigation mondial en PPP (Système EL GUERDANE) au Sud du Maroc
- 5-6 Prix des jeunes professionnels : Optimisation automatisée de l'irrigation spécifique au site en utilisant "VARwise"
- 7-8 Prix des fermiers: Augmenter la productivité de l'eau de blé du système basé sur le blé en Iran (étude de cas : ville de Darab)
- 8 Prix du Meilleur Rapport : Effet d'une méthode d'irrigation par injection dans la zone racinaire sur la productivité de l'eau et la production de pommes dans une région semi-aride du nord-ouest de la Chine



## Prix CIID pour l'excellence en matière d'économie d'eau - WATSAVE

## Prix de la technologie

## Méthode d'irrigation hybride pour économiser l'eau dans l'agriculture irriguée

Dr. Abdrabbo Abdel-Azim Abdrabbo Shehata (Égypte)\*

Superficie couverte: 50,000 ha	Eau économisée: 125 MCM/BCM
-----------------------------------	--------------------------------

## Méthode d'irrigation hybride

La méthode novatrice fournit un hybride entre les méthodes d'irrigation de surface et sous pression pour surmonter les inconvénients des deux méthodes. La méthode d'irrigation hybride peut être définie comme le groupe de techniques d'application où l'eau est appliquée et distribuée sur la surface du sol, comme dans l'irrigation de surface, mais une ou plusieurs des principales composantes de la micro-irrigation ou des méthodes d'irrigation par aspersion sont introduites (par exemple, la canalisation principales, secondaires ou collecteurs). Les méthodes d'irrigation hybrides permettent un degré significatif de gestion et augmentent l'efficacité de l'application. Selon les systèmes utilisés, l'efficacité de cette méthode peut être aussi élevée que celle des systèmes d'irrigation par aspersion.

## Systèmes d'irrigation hybrides

Les systèmes d'irrigation sous pression sont des systèmes de conduits fermés, tandis que les systèmes d'irrigation de surface sont des systèmes d'écoulement à ciel ouvert, de sorte que les systèmes d'irrigation hybrides sont des systèmes de canalisation semi-fermés. Par conséquent, huit systèmes d'irrigation pourraient être classés comme irrigation hybride, tels que le système d'irrigation à entrées multiples, le système d'irrigation hybride à exutoire multiples, l'application de précision à faible énergie simulée (LEPA simulée), le barboteur à basse tête, la micro-inondation, le système d'irrigation à tuyaux perforés, les systèmes d'irrigation à tuyaux fermés et les systèmes d'irrigation Multiset.

## Le système d'irrigation hybride à exutoire multiples

Le système d'irrigation hybride à exutoire multiples est un système de canalisation semi-fermé réalisé en faisant couler de l'eau sous pression sur la surface du sol à travers des exutoires comme dans l'irrigation de surface en utilisant les principaux

composants des méthodes d'irrigation sous pression (la canalisation principales, secondaires ou collecteurs) sans lignes latérales ni distributeurs (goutteurs, bulles, asperseurs, etc.); chaque ligne latérale et ses distributeurs sont remplacés par un exutoire pour irriguer une certaine parcelle. Les exutoires sont des dispositifs qui déversent l'eau des conduites de haute chute dans des bassins, des bordures, des bandes ou des sillons (c'est-à-dire que dans le système d'irrigation hybride à exutoire multiples, les exutoires consistent en une colonne montante et une ou plusieurs vannes pour contrôler le débit). Les exutoires doivent se déverser dans les champs sans provoquer d'érosion. Il peut s'agir de vannes de luzerne ou de verger, de divers types de prise d'eau, etc.

Le système d'irrigation hybride à exutoire multiples peut atteindre une efficacité de distribution élevée, égale à celle des systèmes d'irrigation sous pression, en utilisant les principaux composants de ses réseaux. En outre, il peut atteindre une efficacité d'application élevée en diminuant le temps d'avance. La théorie et les applications du système d'irrigation hybride à exutoire multiples seront présentées en détail dans les sections suivantes.

## Économie d'eau réalisée grâce à l'innovation

Le système d'irrigation hybride à exutoire multiples maximise l'efficacité de la distribution de l'eau pour égaler la performance des systèmes d'irrigation sous pression en utilisant un réseau de canalisations qui diminuent les pertes d'eau en éliminant l'évaporation, la percolation profonde, le ruissellement de surface et les infiltrations, comme cela se produit dans des conditions normales d'irrigation de surface par des fossés en terre. De plus, l'efficacité de l'application a été modifiée en délivrant de l'eau sous pression à l'intérieur de la parcelle pour minimiser le temps d'avance, diminuant les pertes d'eau. La conception du système assure également que les profondeurs et les variations de débit sur le terrain sont relativement uniformes. En conséquence, l'eau du sol disponible dans la zone racinaire est également uniforme.

## Mise en œuvre de l'Innovation

Le système d'irrigation hybride à exutoire multiples a d'abord été développé en tant que système expérimental en 2005 au Centre national égyptien de recherche sur l'eau. Plusieurs études ont été menées pour évaluer l'utilisation potentielle du système novatrice pour l'irrigation des cultures dans le delta occidental du Nil. La technologie a été présentée aux agriculteurs, aux producteurs, aux décideurs et aux planificateurs politiques en Égypte, au Mali, au Soudan du Sud, au Brésil, en Inde, en Chine, au Qatar, en Jordanie, au Sri Lanka et aux États-Unis via des réunions directes, des présentations, des événements sur le terrain des agriculteurs, des ateliers, etc. au sein d'organisations nationales et internationales. Les deux modèles de mise à l'échelle suivants ont été développés pour améliorer les systèmes d'irrigation de surface et assurer la sécurité alimentaire des régions agricoles et déficitaires en eau de l'Égypte et du Mali.

Modèle de mise à l'échelle en Égypte : En Égypte, la pénurie d'eau est le dilemme central du pays, et les systèmes d'irrigation de surface inefficaces sont les systèmes prédominants dans la vallée et le delta du Nil. En conséquence, le Ministère des Ressources en Eau et de l'Irrigation et le Ministère de l'Agriculture et de l'Aménagement du Territoire ont adopté le système d'irrigation hybride à exutoire multiples à mettre en œuvre à grande échelle. Il a également été adopté comme nouveau modèle pour le projet d'amélioration de l'irrigation dans le delta occidental du Nil en Égypte, sur une superficie de près de 504 ha. En outre, certains producteurs de vergers ont adopté le système pour irriguer environ 3,8 ha de citrus dans le delta oriental du Nil. Par ailleurs, les champs expérimentaux équipés du système d'irrigation hybride à exutoire multiples de l'Institut de recherche sur la gestion de l'eau (WMRI) sont passés de 1,3 ha à 2,6 ha. Il est également prévu de remplacer les 6,7 ha de fossés revêtus par le système d'irrigation hybride à exutoire multiples dans les stations expérimentales de WMRI. Il est en outre prévu d'utiliser ce modèle dans tous les projets d'amélioration de l'irrigation en cours et futurs.

\* Prof. de recherche associé et Chef du Département de la gestion de l'eau agricole et des systèmes d'irrigation et Coordinateur de recherche des stations expérimentales WMRI, Institut de recherche sur la gestion de l'eau (WMRI), Centre national de recherche sur l'eau (NWRC), locaux du NWRC, Boîte postale 13621/5, Delta Barrage, Kaliobiya - Égypte. E-mail: abdo23870@gmail.com OU khalidaa23@yahoo.com



Modèle de mise à l'échelle au Mali et en Afrique subsaharienne : Le Mali est l'un des pays les plus pauvres du monde, avec environ 60% de la population vivant dans la pauvreté et 28% souffrant de malnutrition, selon l'ONU-FAO. L'agriculture représente une part substantielle du produit intérieur brut (PIB) du Mali et emploie une grande partie de la main-d'œuvre du pays. De nombreux agriculteurs maliens utilisent encore des méthodes d'irrigation primitives, des outils de travail du sol manuels, l'irrigation par inondation sans système de drainage et des variétés de cultures non améliorées pour produire leur nourriture. En conséquence, ils ont des parcelles cultivées dispersées et petites (100 m<sup>2</sup>/famille), la dégradation de la qualité de l'eau et des sols et la désertification, des revenus négligeables et une pauvreté extrême, le chômage, l'insécurité alimentaire et la faim généralisée. Ainsi, un autre modèle de mise à l'échelle du système d'irrigation hybride à exutoire multiples a été développé et mis en



œuvre au Mali (Projet Tibibas) pour irriguer 365 ha de terre comme exemple afin de convertir la monoculture dans les systèmes de production pluviale à la multiculture à travers le système d'irrigation approprié pour atteindre la sécurité alimentaire et la durabilité des revenus ruraux dans les régions défavorisées de l'Afrique subsaharienne. L'objectif global de ce modèle de mise à l'échelle était d'établir une agriculture à saisons multiples et une diversification des cultures tout en obtenant une augmentation du rendement et de la productivité de l'eau agricole. Les autres avantages de ce modèle comprennent la sécurité de l'eau et de l'alimentation, l'atténuation de la pauvreté extrême, la promotion de l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes en augmentant la superficie cultivée par femme (de 2 500%), l'amélioration de la qualité des sols et de l'eau, la lutte contre le paludisme et la lutte contre la désertification liée au paludisme. Le modèle garantira également la durabilité de l'eau, de l'environnement,

des moyens de subsistance et des revenus ruraux.

### Possibilité d'expansion supplémentaire de l'innovation

La méthode d'irrigation hybride et ses huit systèmes d'irrigation sont des technologies alternatives prometteuses aux agriculteurs marginaux pour produire leur nourriture. La technique et ses systèmes présentent une gamme d'avantages à long terme; par conséquent, ils ont la possibilité d'une expansion significative.

Le système à exutoire multiples a été adopté et développé par des agriculteurs et des producteurs dans les pays développés et en développement pour améliorer l'efficacité de l'irrigation de surface, assurer la sécurité alimentaire et accroître la durabilité des revenus ruraux en augmentant la superficie cultivée par femme en Afrique subsaharienne. En Égypte, les agriculteurs passent de l'utilisation de l'irrigation de surface au système d'irrigation hybride à exutoire multiples pour irriguer les cultures à forte consommation d'eau dans la vallée et le delta du Nil, telles que la canne à sucre, le riz, les bananes, etc. Dernièrement, certaines organisations internationales ont adopté le système d'irrigation hybride à exutoire multiples en Afrique subsaharienne pour accroître les impacts de leurs projets de sécurité alimentaire, en particulier dans les régions déprimées. Le système d'irrigation hybride à exutoire multiples s'est récemment répandu dans le monde et adopté par les petits agriculteurs dans de nombreuses régions d'Afrique, d'Asie, des États-Unis et d'Amérique latine pour ses avantages significatifs à long terme.

## Prix de la gestion innovatrice de l'eau

### Gestion : PREMIER Projet d'Irrigation mondial en PPP (Système EL GUERDANE) au Sud du Maroc

Mr. EL BOUARI Ahmed (Maroc)\*

Superficie couverte:  
10 000 ha

Water Saved:  
45 MCM

#### Description de l'innovation

L'agriculture irriguée est au cœur du développement économique et social du Maroc. Elle joue un rôle important dans la satisfaction des besoins alimentaires du Maroc. Il génère également plus de 75% des exportations agricoles du pays, fournissant des emplois à la moitié de la main-d'œuvre rurale. Cependant, l'irrigation

monopolise les rares ressources en eau du pays, représentant 85% de l'utilisation de l'eau. Avec des ressources en eau devenant de plus en plus rares, il faut que le Maroc recherche une meilleure façon de gérer l'eau d'irrigation. En effet, le secteur de l'irrigation au Maroc est confronté à plusieurs contraintes, principalement en raison des limites du cadre institutionnel qui continue à gérer le secteur. Ces limites, qui concernent principalement les Offices régionaux de mise en valeur agricole (ORMVA) peuvent être résumées comme suit : leur cadre légal en tant qu'établissements publics à caractère

administratif; leur cadre budgétaire actuel, qui n'établit pas le principe de séparation des missions de service public et des missions commerciales; leur dépendance vis-à-vis des ressources budgétaires de l'Etat; et le cadre relationnel qui établit une relation État-usager dans laquelle l'agriculteur se positionne en faveur de l'État plutôt qu'en faveur du client du service de l'eau.

Ces limites n'ont pas permis au secteur de l'irrigation de générer des ressources financières internes suffisantes pour garantir la pérennité des équipements et assurer un

\* Vice Président Hon., CIID, Directeur de l'Irrigation et l'aménagement du territoire agricole, Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole (DIAE), Ministère de l'Agriculture, de la Pêche, du Développement Rural et des Forêts, Rabat, Maroc E-mail: bouariahmed@gmail.com

service de l'eau efficace. Même les dépenses récurrentes de ce service continuent d'être en partie couvertes par des transferts budgétaires. Dans ce contexte et depuis la fin des années 1990, le Département de l'Agriculture, après un examen approfondi de la faisabilité des différentes options possibles telles que : (i) l'autonomie du service de l'eau au sein de l'ORMVA, (ii) le transfert de la gestion aux agriculteurs, et (iii) la gestion déléguée dans un cadre privé - a conclu que l'option de la gestion déléguée dans un cadre de partenariat public-privé qui représente une innovation est appropriée.

Le partenariat public-privé dans l'irrigation consiste à attirer l'attention des opérateurs privés à investir et à gérer les infrastructures d'irrigation dans les périmètres irrigués dans le cadre de contrats de gestion déléguée/ concession. Le service de l'eau d'irrigation dans ce périmètre est un service public délégué par la loi. Il vise à améliorer les conditions techniques, économiques et financières de la gestion du service de l'eau d'irrigation dans ces périmètres. Dans ce cas:

- Meilleure efficacité de l'eau et de l'énergie;
- Optimisation de l'utilisation des ressources en eau et des coûts d'exploitation et de maintenance;
- Réalisation du développement durable;
- Amélioration du service de l'eau; et
- Réduction des transferts budgétaires de l'Etat pour la gestion des périmètres irrigués.

Dans cette innovation, l'intervention du secteur privé couvre les tâches principales suivantes :

- Cofinancer les périmètres irrigués;
- Concevoir et construire des infrastructures d'irrigation;
- Gérer, exploiter et entretenir ces infrastructures pour assurer la distribution de l'eau à l'agriculteur, qui en est l'utilisateur, dans des conditions optimales. Bien sûr, l'infrastructure d'irrigation reste propriété publique;
- Apporter l'expertise et l'innovation à la modernisation de l'irrigation;
- Prendre en charge les risques liés au projet d'irrigation (risques de construction, risques d'exploitation et de maintenance, risques financiers, risques commerciaux, etc.);
- Recevoir une rémunération auprès des usagers sur la base d'un tarif du service de l'eau validé par le gouvernement, etc.

## Économie d'eau réalisée grâce à l'innovation

Environ 70% des zones irriguées de la région sont alimentées par les eaux souterraines. Depuis une vingtaine d'années, les prélèvements d'eau d'irrigation dépassent largement les possibilités de renouvellement de la nappe phréatique du Souss. Cette situation s'est traduite par une diminution annuelle de la nappe phréatique de l'ordre de 1,5 à 2 m.

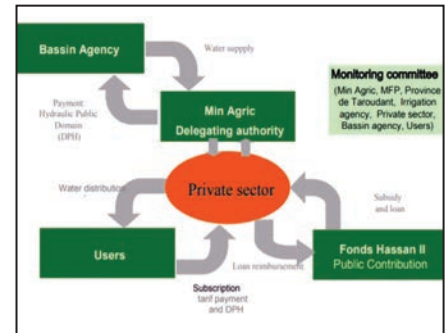
Il faut noter que le périmètre EL Guerdone (10 000 ha), seul périmètre actuellement en exploitation déléguée, continue depuis sa création en 2009 d'enregistrer les performances les plus attendues en termes de satisfaction des allocations contractuelles d'eau, d'efficacité de la distribution, le taux de recouvrement, la satisfaction des réclamations des utilisateurs et leur information en temps réel, la diligence des interventions, la qualité de l'entretien et de la maintenance.

## Impacts environnementaux et sociaux :

- Économie d'énergie : réduction des coûts de pompage de l'eau de plus de 50%;
- Inhibition du phénomène d'abandon des exploitations agricoles et sauvegarde de la richesse du quartier;
- Préservation d'environ 11 000 emplois dans la région;
- Création de 40 emplois permanents directs dans la région, et entre 300 et 400 emplois lors de la réalisation des travaux (28 mois).
- Préservation de la nappe phréatique du Souss : 65 MCM
- Economie d'eau sur le pompage de la nappe phréatique en mobilisant une ressource alternative : 45 MCM du complexe du barrage Aoulouz-Mokhtar Soussi
- Économiser l'eau d'irrigation : en adoptant «drip irrigation systems» communément appelés systèmes d'irrigation goutte à goutte au niveau des exploitations bénéficiant du service de l'eau

## Mise en œuvre de l'Innovation

Cette innovation a permis la réalisation du projet de Partenariat Public-Privé pour la sauvegarde de la zone de citrus d'El Guerdone dans le Souss (10 000 ha). Un accord de la gestion déléguée a été signé en 2005 entre le Ministère de l'Agriculture et un opérateur privé (société Amensouss) pour cofinancer, réaliser et gérer les infrastructures d'irrigation. En effet, la construction s'est achevée en juillet 2009, et la gestion par le délégué a commencé en octobre 2009 après l'inauguration par SE le Roi Mohammed VI le 2 octobre 2010.



## Possibilité de l'expansion supplémentaire de l'innovation

Pendant des décennies, de nombreuses initiatives ont été menées pour ne pas compromettre l'ensemble de l'effort de la communauté nationale dans le domaine de l'irrigation. Le salut par lequel le secteur doit être durablement amélioré est la réforme du cadre institutionnel régissant ce service. Le contenu de cette réforme est résumé dans :

- L'adaptation des textes en abrogeant les dispositions législatives et réglementaires à caractère consacré par l'usage.
- La poursuite et la consolidation de la politique incitant les usagers à investir dans la modernisation des techniques d'irrigation à la parcelle (irrigation localisée, irrigation par aspersion circulaire, aspersion améliorée, etc.).
- La séparation de la gestion du service d'irrigation des autres activités des ORMVA.
- Le financement de l'extension de l'irrigation, notamment à travers l'ouverture du secteur de l'irrigation aux aménageurs privés dans le cadre de partenariat public-privé, était le choix le plus approprié de la gestion du service de l'eau d'irrigation pour assurer sa pérennité et sa qualité.

Le Programme d'irrigation en PPP a été lancé en septembre 2008. Pour maximiser les chances de succès de la gestion déléguée de l'irrigation, le Département de l'Agriculture procède à la structuration de chacun des projets PPP par des études approfondies. Chaque projet comporte deux phases critiques : (i) une étude de faisabilité et une définition des options stratégiques de partenariat, à tous les niveaux juridique, institutionnel, technique, économique et financier ; et (ii) l'exécution de l'appel d'offres pour la désignation du délégué privé et l'établissement et la signature des documents contractuels (accord de la gestion déléguée, cahier des charges, contrats d'utilisation, accord de financement public et accord de l'approvisionnement en eau). Le programme a concerné les périmètres suivants :

- Les périmètres irrigués existants pour la modernisation et l'amélioration de leur gestion : Loukkos (26 500 ha), Tadla (98

000 ha), Doukkala (95 000 ha), Gharb (117 000 ha), Moulouya (65 400 ha), Haouz (143 000 ha). Ces projets ont fait l'objet d'études de faisabilité;

- Nouveaux projets d'aménagements hydro-agricoles (en phase d'étude de faisabilité) : extension de l'irrigation dans les périmètres de Gharb (113 900 ha) et de Loukkos (9 700 ha); Projet Dar Khrofa dans le Loukkos (21 000 ha); aménagement de nouveaux périmètres

irrigués en aval du barrage de Kaddoussa (5 442 ha); extension de l'irrigation dans la zone de Dakhla irriguée en utilisant l'eau dessalée (5 000 ha) qui est en phase de négociation;

- Projets de sauvegarde de l'irrigation dans les zones à fort potentiel de production agricole : le projet d'irrigation par dessalement d'eau de mer dans la zone de Chtouka dans le Souss-Massa (15 000 ha); Projet d'irrigation de la zone

côtière Azemmour - Birjdid (3 200 ha), qui sont en phase de construction et de souscription.

Le bilan du programme PPP a dépassé toutes les attentes. Les études de la structuration réalisées ou en cours ont porté sur 545 000 ha de terre dans les périmètres existants, 185 000 ha de nouveaux périmètres irrigués et 18 000 ha de projets d'irrigation de conservation.



## Prix des jeunes professionnels

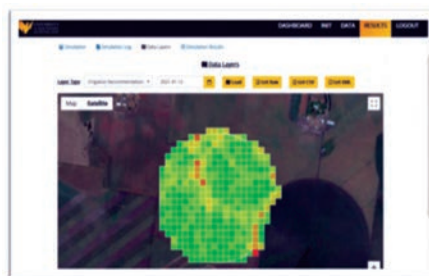
### Optimisation automatisée de l'irrigation spécifique au site en utilisant "VARIwise"

Dr. Alison McCarthy (Australie)\*

Superficie couverte: 600 ha	Water Saved: 200 ML = 0.2 MCM
--------------------------------	----------------------------------

#### Description de l'innovation

Cette innovation est un logiciel « VARIwise » qui combine la détection, la modélisation, l'optimisation et l'actionnement pour déterminer les besoins en irrigation spécifiques au site afin de maximiser le rendement et la productivité agricole pour les cultures à grande surface. L'innovation se concentre sur l'identification du moment de l'irrigation et des profondeurs spatialement variables à travers les champs pour obtenir au mieux le rendement maximal prévu à l'aide des modèles. Cela contraste avec les stratégies commerciales de contrôle de l'irrigation automatisées spécifiques au site qui sont basées sur le temps ou sur des cartes de variabilité qui ne sont pas nécessairement liées aux besoins réels d'irrigation. De plus, les stratégies typiques développées dans d'autres recherches appliquent l'irrigation lorsque la plante a atteint un point de stress spécifique en utilisant des capteurs de température de frondaison ou des objectifs de performance (par exemple, maximiser le rendement ou la productivité de l'eau). Par conséquent, elles ne peuvent pas s'adapter à différentes conditions météorologiques ou à des situations d'eau limitées. En particulier, certaines cultures (par exemple, le coton) nécessitent un stress dans les premiers stades de croissance pour produire un rendement maximal, et la gestion simple de l'irrigation



en fonction du déficit d'humidité du sol ne vise pas un rendement optimal.

VARIwise a été évalué en ce qui concerne des cultures de coton et de pâturages laitiers pour déterminer les besoins en irrigation spécifiques au site avec une irrigation de surface et d'aspersion circulaire. Le système développé implique une nouvelle combinaison des composants suivants :

- Modèles biophysiques agricole de norme industrielle qui sont automatiquement paramétrés à partir de sources de données en ligne et sur le terrain concernant la météo, les propriétés du sol et les informations de gestion de l'irrigation
- Caméras de vision artificielle pour détecter automatiquement les taux de croissance à partir des caméras sur le terrain et paramétrer le modèle biophysique de la culture
- Algorithmes d'optimisation qui exécutent de manière itérative le modèle de culture paramétré pour identifier quel

jour/volume d'irrigation optimisera le rendement et la productivité de l'eau

VARIwise produit le meilleur jour d'irrigation au cours des trois prochains jours (le cas échéant) et les profondeurs d'irrigation requises. Pour les machines d'irrigation à aspersion circulaire et à déplacement latéral avec capacité d'irrigation à débit variable, VARIwise génère automatiquement des cartes de prescription dans des formats compatibles avec les panneaux disponibles dans le commerce. Les cartes peuvent ensuite être approuvées par les fermiers, téléchargées et activées.

#### Économie d'eau réalisée grâce à l'innovation

Cette innovation améliore la productivité de l'eau en appliquant l'irrigation là où elle est nécessaire, au bon moment, en fonction des besoins en eau agricole. Par exemple, l'eau est économisée en utilisant ce modèle pour les cultures de coton en reconnaissant l'impact de l'eau sur le rendement potentiel à tous les stades de croissance. Cela a conduit aux stratégies qui réduisent la profondeur d'irrigation et appliquent un stress à la plante plus tôt dans la saison pour encourager le développement des racines et la production de fleurs, et plus tard dans la saison, une irrigation complète se produit pour maximiser le rendement. La mise en œuvre de ce système a permis des gains de rendement de 4 à 11% et des économies d'eau de 12 à 22% pour le coton. L'eau est économisée

\* Chercheur principal (Systèmes d'irrigation et de culture), Centre de génie agricole (CAE) (P9-118), Université du sud du Queensland, West Street, Toowoomba QLD 4350, Australie, E-mail: alison.mccarthy@usq.edu.au

en utilisant ce modèle pour le pâturage laitier lorsqu'il est mis à jour avec l'état de croissance quotidien du système de vision artificielle. Pour les pâturages laitiers, des caméras sur le terrain et des algorithmes de vision artificielle ont été développés pour détecter automatiquement l'état du pâturage à partir des taux de croissance des pâturages. En mettant à jour l'état du pâturage dans le modèle biophysique des cultures, les stratégies résultantes réduisent les profondeurs d'irrigation immédiatement après le pâturage et augmentent la profondeur d'irrigation à mesure que la croissance des pâturages progresse. En revanche, les informations sur le pâturage sont généralement enregistrées manuellement et ne sont pas détectées dans le cadre des systèmes existants de surveillance de l'humidité du sol ou par satellite. Des essais sur des pâturages laitiers sont actuellement en cours pour comparer les performances de l'irrigation basée sur un capteur d'humidité du sol par rapport aux stratégies d'optimisation de VARIwise.

La performance des stratégies d'irrigation VARIwise repose sur la capacité à prédire le rendement avec précision. Des essais ont été menés pour évaluer les performances de prévision du rendement sur 17 sites cotonniers avec différents niveaux de cueillette de fruits, de dommages causés par la grêle et de stress thermique. Les précisions globales des prédictions de rendement étaient de : 81,2 à 89,8% à une date trois mois avant la récolte; 91,1 à 95,1% deux mois avant la récolte; et 90,5 à 97,5% un mois avant la récolte.

### Mise en œuvre de l'Innovation

VARIwise sera introduit à l'industrie par le biais d'opportunités de commercialisation avec des fabricants de matériel d'irrigation ou de logiciels d'agriculture de précision. Cela impliquera de sélectionner des partenaires commerciaux et de partager la propriété intellectuelle pour la mise en œuvre. La planification de la commercialisation a commencé avec les bailleurs de fonds du projet. Un processus de manifestation d'intérêt pour les partenaires commerciaux a été publié en 2020, et le candidat fournit actuellement un soutien à la commercialisation avec le défendeur. Le logiciel serait initialement utilisé pour l'irrigation à aspersion circulaire et à déplacement latéral dans les industries cotonnières et/ou laitières. Dans l'industrie cotonnière australienne, il y a 61 030 ha de terres irriguées par des machines d'irrigation à aspersion circulaire ou à déplacement latéral, et environ 287 2000 ha de terres

développées pour l'irrigation de surface, irriguées par environ 1 000 systèmes d'irrigation qui pourraient chacun utiliser l'un de ces unités. Le coton australien possède une valeur d'exportation annuelle en Nouvelle-Galles du Sud et dans le Queensland de 1,3 milliard de dollars et 670 millions de dollars. Ces deux industries seront ciblées tout d'abord, car elles ont financé ce développement innovant et cette évaluation sur le terrain (Cotton Research and Development Corporation et Australian Government Department of Agriculture, Water and Environment dans le cadre de son programme Rural R&D for Profit).

Il est prévu que le partenaire commercial rend le système VARIwise disponible en complément du matériel d'irrigation à taux variable existant. L'intégration de la capacité de développement de cartes de prescription VARIwise dans les systèmes existants des partenaires commerciaux peut être échelonnée, avec une mise en œuvre par les étapes suivantes : (a) générer une carte VRI compatible avec les systèmes d'irrigation commerciaux à taux variable; (b) fournir les données des stations météorologiques sur place dans un format requis pour les exécutions VARIwise; (c) importer des cartes de variabilité à partir de cartes satellites, pédologiques ou altimétriques; (d) lire les données des caméras/capteurs d'images; et, (e) acheter une licence commerciale pour le modèle biophysique des cultures afin de relier les données disponibles à la production de cartes de prescription.

### Portée de l'expansion de l'Innovation

Il existe une possibilité d'étendre la technologie VARIwise à une gamme de cultures et de systèmes d'irrigation. Le logiciel pourrait être transféré à n'importe quelle culture où les relations biophysiques sol-plante-atmosphère sont disponibles dans un modèle qui peut être paramétré et peut prédire le rendement. Les cultures potentielles pour le transfert de technologie comprennent les légumes et les fruits, contribuant 2,9 milliards de dollars et 2,3 milliards de dollars respectivement à l'économie australienne. Il est également possible que le système de contrôle soit mis en œuvre dans l'industrie



céréalière, en particulier aux États-Unis, où il existe une superficie irrigable de 22 millions d'hectares de terre. Plus de la moitié de cette zone est irriguée avec des asperseurs circulaires et des mouvements latéraux qui pourraient chacun utiliser l'un de ces systèmes. En particulier, les États-Unis sont le plus grand producteur de maïs au monde, avec une valeur annuelle des cultures irriguées de 13 milliards de dollars et une superficie de maïs irrigué d'environ 5 500 000 ha.

Le logiciel pourrait également être étendu pour planifier l'irrigation entre plusieurs champs. Par exemple, cela impliquerait de concentrer l'irrigation disponible dans les champs ayant un potentiel de rendement plus élevé, puis de mettre en œuvre séparément l'optimisation de ces champs. Il est également possible que des sous-composantes de cette innovation soient adoptées séparément. Cela permettra l'adoption progressive des technologies d'automatisation de l'irrigation. Ces sous-composantes individuels comprennent le logiciel de prévision du rendement, le système de vision artificielle pour détecter et enregistrer automatiquement les événements de pâturage pour les pâturages et le processus automatisé de développement de cartes de prescription.



## Prix des fermiers

# Augmenter la productivité de l'eau de blé du système basé sur le blé en Iran (étude de cas : ville de Darab)

Mr. Gholamreza Ansari (Iran)\*

Superficie couverte: 5 ha	Water Saved: 3750 m <sup>3</sup> /ha
------------------------------	---

### Description de l'innovation

La commune de Darab est située presque au sud de l'Iran, entre 28° 46' et 28° 76' de latitude nord et 54° 32' et 54° 54' de longitude ayant un climat aride et une précipitation annuelle moyenne de 270 mm. Darab est l'une des principales régions agricoles de la province du Fars, située entre les plaines et les montagnes, où les ressources en eaux souterraines irriguent principalement les terres arables. L'un des défis dans ce domaine est la faible qualité chimique de l'eau, ainsi que la baisse du niveau des eaux souterraines. La qualité chimique des eaux souterraines dans cette région est influencée par les dômes de sel, le taux d'évaporation et la direction des eaux souterraines, qui sont les principaux facteurs affectant la qualité de l'eau des plaines. En raison de ces conditions de la ville de Darab et de la situation de sécheresse de 8 ans, la gestion de l'eau agricole est essentielle. À cet égard, depuis 2018, le plan a été mis en œuvre pour augmenter la productivité des systèmes à base de blé avec l'approche de l'agriculture de conservation et de la gestion intégrée des eaux et des sols. Le site de recherche pédagogique de la ferme ayant une superficie de 5 ha se trouve dans le village Marian de la ville de Darab.

Les principes de localisation et la mise en œuvre d'une agriculture de conservation basée sur la gestion agricole sont parmi les innovations les plus importantes de ce projet. En outre, d'autre objectif vise également à générer des connaissances et des informations pour utiliser l'agriculture de conservation en élargissant la coopération entre les parties prenantes et en formant des équipes avec différentes spécialités.

### Économie d'eau réalisée grâce à l'innovation

L'agriculture de conservation (AC) est un ensemble durable qui atténue l'érosion des sols et les gaz à effet de serre, améliore la fertilité et la productivité des sols et présente de nombreux autres avantages. Généralement, l'AC est une triple approche pour l'agriculture qui comprend le maintien d'une couverture permanente sur le sol par les résidus des récoltes, la pratique du non-labourage pour réduire la perturbation et la dispersion du sol, et l'utilisation de la rotation des cultures pour couper le cycle des insectes nuisibles et améliorer la fertilité du sol. En d'autres termes, l'AC est une approche de la gestion des écosystèmes agricoles qui permet une agriculture durable en minimisant



les perturbations et l'érosion des sols, en maintenant les résidus des récoltes et en diversifiant les cultures. Le but principal de l'agriculture de conservation est d'augmenter la matière organique du sol en préservant les résidus des récoltes et l'humidité du sol. Pour la gestion des sols, les méthodes de plantation et de culture sont modifiées sur des lignes de faite larges, longues et fixes afin de réduire la circulation des machines et de minimiser le compactage du sol en raison de l'augmentation des propriétés physiques du sol. La conservation d'au moins 30% et d'au plus 50% des résidus des récoltes à la surface des lignes de faite a augmenté l'humidité et la perméabilité du sol. L'augmentation de la matière organique du sol de 1,03 à 1,32% en deux saisons de croissance a amélioré les propriétés biologiques du sol.

D'autres mesures prises dans l'agriculture de conservation comprennent une gestion appropriée et opportune des mauvaises herbes et la réduction de la concurrence dans la consommation d'eau avec la plante principale, la correction de la rotation des cultures et une densité adéquate de plantes par mètre carré.

Grâce à l'installation d'un débitmètre volumétrique à l'entrée du champ, la quantité d'eau consommée a été mesurée pendant la période de croissance. Les résultats ont montré qu'en raison du changement de système d'irrigation de surface à bande, la consommation d'eau a diminué de 30%. Dans ce projet, la quantité d'eau utilisée pour le blé était de 3750 m<sup>3</sup>/ha. La mesure de l'agriculture de conservation et de la gestion intégrée des eaux et des sols a conduit à une augmentation de 25% du rendement du blé.

### Mise en œuvre de l'Innovation

Le programme agricole de ce site de recherche pédagogique a été élaboré sur un plan quinquennal. À la fin de chaque campagne agricole, pour promouvoir l'agriculture de conservation, des cours de formation sont organisés avec des experts et des agriculteurs dans les villes de la province du Fars. Tous les rapports techniques sur la culture, la récolte et l'emballage ont été publiés dans les médias. Des lignes et des parcelles distinctes ont été définies pour comparer différents cultivars, machines, maladies et gestion des mauvaises herbes. Dans ces conditions, la comparaison pratique et technique de la conservation et de la culture traditionnelle est faisable. Une analyse économique et une comparaison des coûts de production en culture de conservation et de labourage dans des conditions d'irrigation de surface et sous pression ont été réalisées.

### Possibilité de l'expansion supplémentaire de l'innovation

La plupart des gouvernements peuvent appliquer diverses méthodes pour utiliser les principes de l'AC par les agriculteurs. La plupart des méthodes peuvent être classées en trois catégories : lois et réglementations, incitations financières et comportements volontaires des agriculteurs. L'utilisation d'incitations et de lois et réglementations est une méthode qui aura des effets à court terme. Cependant, les comportements volontaires des agriculteurs ont des impacts positifs à long terme sur l'agriculture durable, ce qui nécessite une bonne compréhension de la volonté et de la capacité des agriculteurs à mener des activités durables. Le transfert d'apprentissage signifie l'application des compétences, des connaissances et des

\* ghafouri\_v@yahoo.com, ircid@gmail.com

attitudes acquises grâce à la formation sur un lieu de travail dans le sens de la durabilité et de la protection de l'environnement. En d'autres termes, le transfert d'apprentissage se produit lorsque les agriculteurs appliquent à leurs exploitations des compétences, des attitudes et des connaissances en matière de durabilité acquises lors de la formation. Le transfert d'apprentissage est une préoccupation nouvelle et pertinente déployée dans divers domaines. Le système de transfert d'apprentissage aide à reconnaître comment les agriculteurs appliquent les compétences et les principes acquis dans les exploitations agricoles. Cette étude menée

dans cette exploitation agricole est originale car le niveau de transfert d'apprentissage des agriculteurs est noté en fonction de leurs caractéristiques. La stratégie la plus cruciale pour le développement et la diffusion de l'agriculture de conservation à l'avenir sont :

- Informer les responsables politiques, l'exécutif, la recherche, la vulgarisation et les gouvernements locaux pour développer de meilleurs programmes
- Collaborer avec divers départements de recherche et exécutifs, entreprises de

fabrication au niveau des centres nationaux, provinciaux, municipaux et de services.

Une activité agricole possède une structure complexe car elle exploite des organismes vivants dans un environnement incertain, à la fois bio-pédo-climatique et socio-économique. Cette complexité extrême a rendu difficile la modélisation de la formation agricole car il n'est pas sûr qu'elle se reproduise efficacement sur le même territoire et au même moment.



## Prix du Meilleur Rapport

### Effet d'une méthode d'irrigation par injection dans la zone racinaire sur la productivité de l'eau et la production de pommes dans une région semi-aride du nord-ouest de la Chine

Yan-Ping Wang, Lin-Sen Zhang, Yan Mu, Wei-Hong Liu, Fu-Xing Guo and Tian-Ran Chang\*

#### Résumé

Sur le plateau de Loess chinois, les ressources en eau sont rares et l'efficacité de l'irrigation est un défi majeur. Les méthodes traditionnelles d'irrigation goutte à goutte de surface (SDI) n'ont pas réussi à améliorer l'efficacité de l'irrigation et à réduire l'évaporation de surface dans la région. Une méthode d'irrigation par injection dans la zone racinaire (RII) facile à installer et pratique, avec un faible risque de boucher des buses individuelle et qui utilise des appareils favorisant l'infiltration souterraine (SIPA) pour fournir de l'eau directement à la zone racinaire, a été conçue et testée dans un champ de pommiers sur une période de 3 ans dans le nord du Shaanxi, en Chine. Dans la couche de sol de 0 à 0,6 m (où les racines des pommiers sont concentrées), la méthode RII a produit une teneur en eau du sol systématiquement plus élevée que la méthode SDI au cours des trois saisons de croissance. La teneur en eau du sol était constamment supérieure à 60% de la capacité au champ, répondant ainsi aux besoins en



eau des pommiers fruitiers. De plus, la méthode RII a atténué la dessiccation du sol, augmenté considérablement les rendements en pommes et amélioré la qualité des fruits par rapport à la méthode SDI utilisant le même volume d'eau d'irrigation. L'efficacité de l'irrigation et l'efficacité de l'utilisation de l'eau ont été améliorées avec la méthode RII. Ces résultats fournissent une base théorique pour l'utilisation de la méthode d'irrigation RII dans les champs de pommiers des régions semi-arides, ce qui peut améliorer la conservation de

l'eau et la durabilité de la production de pommes.

Pour le rapport complet, veuillez visiter: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ird.2379>



\* Collège d'horticulture, Université Northwest A & F, Yangling, Shaanxi, China, E-mail: Linsenzhang@163.com

