

## **Présentation des indicateurs de performances techniques et économiques des systèmes d'irrigation**

Djermoun Abdelkader<sup>1,2</sup>, Bradai Abdelhamid<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Hassiba Benbouali de Chlef, [a.djemoun@univ-chlef.dz](mailto:a.djemoun@univ-chlef.dz)

<sup>2</sup> Laboratoire Bio-Ressources Naturelles. Université Hassiba Benbouali de Chlef

<sup>3</sup> Laboratoire Eau et Environnement. Université Hassiba Benbouali de Chlef, [a.bradai@univ-chlef.dz](mailto:a.bradai@univ-chlef.dz)

---

### **Abstract**

Studies of the performance of irrigated systems showed a diversity of parameters according to the point of view of the evaluator. For this purpose, disciplinary approaches based solely on the hydraulic or economic dimension do not appear to be the most appropriate. As for multidisciplinary approaches mobilizing the achievements of several disciplines (hydraulics, agronomy, economics, and social sciences) appear the most appropriate. This paper provides a bibliographic review of a comprehensive approach to analyzing and evaluating performance in hydraulic, agronomic and economic terms. For the farm to be seen as the relevant unit of the decision. The combination of these indicators are used to measure the degree of rationalization of irrigation water by reporting losses that occur and products generated per unit of water consumed to cover the farm as a whole.

**Keywords:** irrigation, multidisciplinary approach, performance indicators.

### **Résumé**

Les études des performances des systèmes irrigués ont montré une diversité des paramètres selon le point de vue porté par l'évaluateur. A cet effet, les approches disciplinaires basées sur la seule dimension hydraulique ou économique n'apparaissent pas comme étant les plus adaptées. Quant aux approches pluridisciplinaires mobilisant les acquis de plusieurs disciplines (hydraulique, agronomie, économie, sciences sociales) apparaissent les plus appropriées. Le présent papier propose une revue bibliographique d'une approche globale d'analyse et d'évaluation de la performance en termes hydraulique, agronomique et économique. Pour que l'exploitation agricole soit perçue comme l'unité pertinente de la décision. La combinaison de ces indicateurs sont utilisés pour mesuré le degré de rationalisé de l'eau d'irrigation en rendant compte des pertes qui surviennent et des produits générés par unité d'eau consommée pour couvrir l'exploitation dans son ensemble.

**Mots clés :** irrigation, approche pluridisciplinaire, indicateurs de performance

## **Introduction**

L'eau d'irrigation constitue à elle seule entre 65 et 70% des besoins exprimés par rapport à d'autres usages (CNES, 2001). En Algérie, le ratio (SAU irrigué/habitant) n'a pas cessé de diminuer, de 0,009 ha/hab. en 2000, il serait seulement 0,005 ha/hab. en 2025. Si les rendements agricoles ne s'améliorent pas et la superficie agricole (4,1% de la superficie du pays) n'augmente pas, la dépendance alimentaire ne ferait sans doute que s'accroître. L'accroissement de la productivité du travail et du capital est devenu donc une condition sine qua non. A cet effet, la consommation d'eau à l'hectare est aujourd'hui considérée comme un indice de développement économique d'une nation autant que peut l'être la référence au produit national brut. L'importance de l'irrigation pour la production agricole est fortement soulignée, malgré le faible taux de superficies irriguées, la valeur des productions agricoles en irrigué représente jusqu'à 50% de la valeur de la production totale à l'échelle nationale (M. Guemraoui et Chabaca, 2007).

Face à la situation actuelle caractérisée par un déséquilibre flagrant entre les ressources d'eau mobilisées et l'évolution sans cesse des besoins de différents usages, agricoles, urbains, touristiques et industriels ; il est impératif de débattre la problématique de l'amélioration de l'efficacité d'utilisation et de la productivité de l'eau (van Halsema et al. 2012) dans le cadre d'une vision durable. L'amélioration de la gestion de l'eau passe inéluctablement par la mise en place d'outils d'analyse de l'efficacité et de l'efficacité des systèmes irrigués pour mieux appréhender les données tout en dégagant des alternatives possibles aux systèmes actuels.

Le présent papier s'intéresse à la présentation des indicateurs de performances, souvent traitée par des approches disciplinaires simplificatrices, en termes hydraulique, agronomique et économique. Ces indicateurs sont susceptibles d'évaluer l'efficacité et l'efficacité de l'irrigation du point de vue technique (hydraulique et agronomique) et économique.

## **I. Méthodologie**

La performance des systèmes irrigués est souvent traitée par des approches disciplinaires. Ces approches sont simplificatrices dans la mesure où plusieurs travaux se sont intéressés à l'étude des performances des systèmes irrigués et montrent une diversité de paramètres selon le point de vue porté par l'évaluateur (Chercheur, décideur et agriculteur), qui sont choisis comme indicateurs des objectifs du système (Gorantiwar et al, 2006).

Beaucoup de travaux privilégient les aspects techniques de l'irrigation et prennent une perspective issue des disciplines hydraulique et agronomique (Bos, 1997 ; Bos et al, 2005 ; Burt et al, 1997 ; Clemmens et Molden, 2007 ; Rao, 1993) et ou des disciplines environnementale et sociale comme les travaux consacrées aux consacrées à l'évaluation des risques de salinisation des sols ainsi que les lois et règles sociales du groupe qui l'utilise

(Jolly, 2002). Ces approches sont qualifiées d'approches normatives, ou aussi "Top down approaches".

D'autres approches pluridisciplinaire mobilisant les acquis de plusieurs disciplines (hydraulique, agronomie, économie, sciences sociales) se sont développés pour mesurer ces performances soit en comparant les systèmes d'irrigation (Molden et al, 1998) ou en s'intéressant aux dimensions physiques et institutionnelles du système, tel que le Processus d'Evaluation Rapide (RAP) ((Facon, 2006 ; Burt, 2007,). L'agriculteur représente un des acteurs fondamentaux du système irrigué, son point de vue n'a reçu que peu d'attention dans les travaux réalisés (Svendsen et Small, 1990 ; Gosselink et al, 1995 ; Renault et al, 2007). Laplupart des références étaient orientées seulement vers les gestionnaires et les décideurs politiques (Molden et al, 1998 ;Bos, 1997 ; Burton et al, 2000...).

La présente bibliographie s'intéresse beaucoup plus à une présentation d'une approche globale d'analyse et d'évaluation de la performance en termes hydraulique, agronomique et économique. Pour que l'exploitation agricole soit perçue comme l'unité pertinente de la décision. La définition de ces indicateurs aidera à la prise de décision des acteurs de la gestion des systèmes irrigués au niveau de l'exploitation. La combinaison de ces indicateurs pour couvrir l'exploitation dans son ensemble est réalisée par l'assemblage de toutes les parcelles formant un champ irrigué (le Grusse et al, 2010).

## II. Résultats et discussions

La revue de la littérature dans le secteur agricole montre que plusieurs approches ont été proposées pour l'analyse et l'évaluation de la performance des systèmes irrigués. Ces approches traitent, séparément ou à la fois, des aspects hydraulique, agronomique, économique, environnemental, social et organisationnel (Clemmens et al., 2000). Nous traiterons individuellement les aspects hydrauliques, agronomiques et économiques puis l'aspect global de la performance.

### II.1. La performance hydraulique

**A l'échelle de la parcelle** : le but est de maintenir une teneur en humidité du sol qui est favorable à la croissance des plantes. De nombreux indicateurs sont utilisés, mais les plus fréquents sont : **AE, efficacité d'application** et **CU : coefficient d'uniformité**.

Selon Burt et al, (1999), l'efficacité d'application est le rapport entre le volume réellement disponible pour la plante qui est stockée dans la zone racinaire ( $R_z$ ) en  $m^3$  et le volume total ( $V_t$ ) appliquée à la parcelle.

$$Ea = 100 * V_{zr} / V_t \text{ (Eq.1)}$$

Le coefficient d'uniformité est plus couramment utilisé pour l'aspersion.

$$CU = 100(1 - SD/M) \text{ (Eq.2)}$$

avec : SD : l'écart type, M : la moyenne les hauteurs d'eau mesurée à l'aide de pluviomètres.

Les uniformités d'arrosage ont un rôle important dans l'accroissement des rendements (Burt et al., 2000)

**A l'échelle de l'exploitation** : Pour évaluer l'efficacité hydraulique à l'échelle de l'exploitation, il est nécessaire de mesurer l'indicateurs résultats en prendre en compte les réalisés et la mobilisation des ressources (tab.1).

## II.2.La performance agronomique

**L'échelle de la parcelle** : on prend en considération l'eau et sa combinaison au sein de l'itinéraire technique avec les autres intrants. La grandeur des références pour exprimer les indicateurs est le rendement. En termes d'indicateur de résultat, le but étant d'améliorer la production en irriguant, l'efficacité est directement exprimée soit par le supplément de rendement par rapport à une culture pluviale.

$$\Delta R_t = (R_{dt} - R_{dtp}) \quad (\text{Eq. 3})$$

L'efficacité agronomique ou l'efficacité d'utilisation de l'eau (EUE), est égale au rapport entre le rendement et la quantité d'eau nécessaire pour obtenir ce rendement (Viets, 1962 ; USDA ,2000), qui est l'ETr de la campagne donc :

$$EUE \text{ ( kg/m}^3\text{/ha)} = R_{dt} / ETr \quad (\text{Eq. 4})$$

**Tableau 1** : Indicateurs de performances hydrauliques.

	<b>Indicateurs de performances hydrauliques</b>	
<b>Indicateur de résultat</b>  (valeur)	But	Maximiser la dose globale (y compris lessivage) pour un système de production
	Efficacités	-Apport réalisés : $\sum$ Apport par parcelle -Apport réalisé / Ressource accessible
	Efficience	- $\sum$ (Egp (efficience globale parcellaire)) - $\sum$ (Egt (global avec efficience de transport))
<b>Indicateur d'objectif (par rapport à une norme ou objectif)</b>	But	Apporter le volume nécessaire (y compris lessivage) pour un système de production et des objectifs de rendements
	Efficacités	Ts1= dotation Accordée / dotation nécessaire -Ts2= dotation accordée /dotation demandée - ts3=dotation reçue/ dotation accordée
	Efficience	- $\sum$ (Egp* (efficience globale parcellaire)/Egp N - $\sum$ (Egt*(globale avec efficience de transport)/EgtN

### II.3. La performance économique

Comme la performance hydraulique et agronomique, la performance économique en termes d'efficience et d'efficacité à l'échelle de l'exploitation peut être mesurée par le cumul d'approches parcellaire. A l'échelle de la parcelle et comme à l'échelle de l'exploitation les indicateurs de résultats peuvent être exprimés en termes de marge brute, marge directe, marge nette ou valeur ajoutée par la définition de l'IRE. La marge brute est un indicateur de résultat déterminé par la différence entre le produit et les charges opérationnelles utilisées par les grandes cultures.

**Tableau 02 :** Indicateurs de performances agronomiques

Indicateurs de performances agronomiques		
<b>Indicateur de résultat (valeur)</b>	But	Maximiser la production par l'irrigation
	Efficacités	$IRA = \sum ((Y_{irj}/Y_{potj}) / SI)_{Tic}$ global taux d'intensification cultural (S <sub>Sassclée</sub> I/SI)
	Efficience	$EUE_g = [\sum S_j EUE_j] / SI$ (Kg/m <sup>3</sup> ) Et $I_{EUE} = \sum [S_j I_{EUE} / SI]_{EUE}$
<b>Indicateur d'objectif (par rapport à une norme prévu par ex lors de l'aménagement)</b>	But	Maximiser la production par l'irrigation en fonction d'objectifs locaux
	Efficacités	$IRA_{O} = \sum ((R_{dt}/R_{dtobj})_j S_j) / SI_{Tic}$ global / Tic obj
	Efficience	$EUE_{obj} = \sum (S_j (R_{dt}/E_{Tr})_j) / (R_{dt}_{obj} / E_{Tr}_{obj}) J / SI$ $I_{oEUE} = \sum (S_j (\Delta R_{dtj}) / V_j) K / (S_j (\Delta R_{dt}_{obj}) / V_{ioobj}) K / SI$

Pour les cultures exigeantes en matière d'investissements, d'équipement et matériel végétal comme les cultures sous serre, la marge directe est plus pertinente que la marge brute.

Le tableau 3 explique les indicateurs de résultats et d'objectifs à l'échelle de l'exploitation (Le Grusse et al., 2009).

### Conclusion

De nombreuses études ont été conduites pour étudier les performances des systèmes irrigués selon des approches disciplinaires ou multidisciplinaires. Il en découle que l'amélioration des performances des systèmes irrigués passe nécessairement par la définition des outils d'analyse globale conciliant les différentes dimensions constitutives du système, à savoir les dimensions agronomique, économique et hydraulique.

Cette approche sera complétée aussi par l'analyse en environnementale et sociale où les pratiques réelles et les contraintes spécifiques du milieu doivent être considérées.

Le volet environnemental est aussi important dans la mesure où les eaux d'irrigation peuvent être chargées de sels et/ou nitrates qui pourraient dégrader les sols et les écosystèmes en question. Elle se mesure par rapport à la préservation de l'environnement. De la même manière, la performance sociale est un concept central de la recherche des travaux sur les relations entreprises- sociétés. Elle correspond à la possibilité d'atteindre des résultats optimaux en termes de définition de principes, d'actions et d'impact.

**Tableau 3 :** Indicateurs de performances économiques

	<b>Indicateurs de performances économiques</b>	
<b>Indicateur de résultat (valeur)</b>	But	Maximiser par l'irrigation la différence entre IRE irrigué et l'IRE pluviale
	Efficacités	$\Delta ERI = (ERI - ERIr)$
	Efficiences	$EP = \Delta ERI / Vt \text{ (m}^3\text{)}$
<b>Indicateur d'objectif (par rapport à une norme)</b>	But	Maximiser l'irrigation la différence entre l'IRE irrigué et l'IRE pluvial par rapport aux références locales
	Efficacités	$\sum [(IREi - IREpi) / (IREip - IREpi)]$
	Efficiences	$\sum \{ [(IREi - IREpi) / (IREip - IREpi)] / Vt \text{ (m}^3\text{)} \}$

### Références bibliographiques

Bos, M.G. (1997): Performance indicators for irrigation and drainage. *Revue Irrigation and Drainage Systems*11: p 119-137.

Bos, M. G., M. A. Burton et D. J. Molden(2005): *Irrigation and Drainage Performance Assessment: Practical Guidelines*, CABI Publishing.

Burt, C.M., 2000. Selection of irrigation methods for agriculture. *On-Farm Irrigation Committee*. ASCE, 125 p.

Burt, C. (2007): *Processus d'Evaluation Rapide (PER) et Etalonnage Comparatif (EC): Explications et Outils*. World Bank. Institutions Window.

Burt, C.M., A.J. Clemmens, T.S. Strelkoff, K.H.Solomon, R.D.Bliesner, L.A.Hardy, T.A.Howel et D.E.Eisenhauer (1997): *Irrigation Performance Measures: Efficiency and Uniformity*. *Biological Systems Engineering: Papers and publications*. Université de Nebraska-Lincoln: 21 p.

Burt, C.M., Styles, S.W., 1999. *Modern Water Control and Management Practices: Impact on Performance*. *Water Report 19*, FAO/IPTRID/World Bank. FAO: Rome.

Burton, M., Molden, D.J., Skutsch (2000): *Benchmarking irrigation and drainage system performance: Position Paper*. *Rapport d'un atelier sur Performance Indicators and Benchmarking*. FAO. Rome. Italie: 45 p.

Clemmens, A. J. et D.J.Molden (2007): *Water uses and productivity of irrigation systems*. *Revue Irrigation Sciences* 25: p 247-261.

Clemmens, A.J., Dedrick, A.R., Clyma, W., Ware, R.E., 2000. *On-farm system performance in the Maricopa-Stanfield Irrigation and Drainage District area*. *Irrigation and Drainage Systems*14: 93-120.

CNES, 2001. *L'eau en Algérie : Le grand défi de demain*. Commission de l'aménagement du territoire et de l'environnement. *Rapport CNES 2000*.

Facon, T. (2006): *A rapid appraisal procedure to assess the performance of irrigation systems: lessons from a FAO regional irrigation modernization and management training programme in Asia*: 20 p.

Guemraoui, M, Chabaca M.N.. *Gestion des grands périmètres d'irrigation : l'expérience algérienne*. Mohamed Salah Bachta. *Les instruments économiques et la modernisation des périmètres irrigués*, 2005, Kairouan, Tunisie. Cirad, 14 p., 2007.

Gosselink, P. et P. Strosser (1995): *Participatory Rural Appraisal for Irrigation Management Research: Lessons from IWMI's experience*. *Document de travail n°38*. Institut International de gestion d'eau (IWMI). Colombo, Sri Lanka.

Gorantiwar, S.D. et I.K.Smout (2006): *Model for performance based land area and water allocation within irrigation schemes*. *Revue Irrigation and Drainage Systems*20: p 345- 360.

Jolly, G. (2002): La gestion sociale de l'eau. Les bases conceptuelles et méthodologiques, Tome 1. Centre National d'Etudes Agronomiques des Régions Chaudes: 45 p.

Le Grusse, P.H., Mailhol, J.C., Bouaziz, A., Zairi, A., Raki, M., Chabaka, M., Djebara, M., Ruelle, P., 2009. Indicators and framework for analysing the technical and economic performance of irrigation systems at farm level. *Irrigation and drainage*. 58 (3), 25-35.

Molden, D., R.Sakthivadivel, C.J.Perry, C. FraitureetW.H.Kloezen (1998): Indicators for Comparing Performance of Irrigated Agricultural Systems. Rapport de recherche 20. International Water Management Institute. Siri Lanka. Colombie: 34 p.

Rao, P.S. (1993): Review of Selected Literature on Indicators of Irrigation Performance. International Irrigation Management Institute: 83 p.

Renault, D., T.Facon et R.Wahaj (2007): Modernizing irrigation management- the MASSCOT approach, Mapping System and Services for Canal Operation Techniques. FAO Irrigation and Drainage Paper 63.FAO.Rome.

Svendsen, M. et L.E.Small (1990): Farmers perspective on irrigation performance. *Revue Irrigation and Drainage Systems* 4: p 385-402.

Van Halsema G.E. & Vincent L., 2012. Efficiency and productivity terms for water management: a matter of contextual relativism *versus* general absolutism. *Agric. Water Manage.*, **108**, 9-15.