

Contribution à une meilleure maîtrise des pertes en eau d'irrigation et de la salinisation des sols en zones arides

B. MOUHOUCHE¹ et A. BOULASSEL²

1. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (ENASA) ex (INA), Département de Génie Rural
El-Harrach, 16200 - Alger.

2. Institut National de la recherche Agronomique (INRAA) El-Harrach - Alger

Résumé : Afin de quantifier le phénomène de salinisation des sols provoqué par la non maîtrise des quantités d'eau d'irrigation intégrale de la culture du blé, nous avons réalisé deux expérimentations en 1994 et 1995, respectivement dans les wilaya de Ghardaïa et Ouargla. Nos expérimentations sont conduites sous système pivot afin de caractériser la conduite des irrigations sous ce type d'appareil. Les résultats obtenus montrent une très mauvaise maîtrise des principes de base pour une bonne gestion des irrigations, provoquant ainsi une anarchie dans l'application des doses d'irrigation, qui varient de 150 à 425% des besoins ETM définis sur la base de deux sillons lysimétriques. La comparaison des besoins en eau de la culture définis par la méthode dite directe (méthode lysimétrique), et la méthode informatique (logiciel CROPWAT) montre que le CROPWAT majore les besoins, sauf pour la période allant du 15 Avril à la maturation. Ainsi, le rapport des deux méthodes varie de 4 pour la 2^{ème} décade de Février à 1 pour la 2^{ème} décade d'Avril, et 0,75 pour la 3^{ème} décade d'Avril. La mesure de la salinité du percolat des lysimètres montre un taux de salinité extrêmement élevé, puisque la conductivité électrique (CE) a évolué de 10 mmhos/cm durant le mois de Février, à 20 mmhos/cm à la fin du cycle. Concernant l'uniformité d'irrigation dans l'espace (sous le pivot), et dans le temps (durant le cycle), elle est considérée comme étant d'un niveau non satisfaisant.

Mots clés : Irrigation, Salinité des sols, Pivot, Pertes en eau, Sud Algérien.

Abstract : *So as to quantify the phenomenon of soil salinisation bring on by no control of quantities of complete water irrigation of the wheat. We have carried out two experimentations in 1994 and 1995, respectively in the department of Ghardaïa and Ouargla in the South. Our experimentations are driven under pivot system so as to characterize the conduct of irrigation under this type of machine. Obtained results show a very bad controls laws of base for a good management of irrigations, inciting thus an anarchy in the application of doses of irrigation, that fluctuate from 150 to 425% of top water requirement of crop (ETM) defined by two furrows lysimeter. The comparison of water requirement of crop defined by direct told procedure (procedure lysimetric), and the data-processing procedure (software CROPWAT) watch that the CROPWAT overcharges water requirement, except for the period going from 15 April to the maturation. Thus, the relation of the two procedures fluctuates from 4 for second decade of February to 1 for second decade of April, and 0,75 for third decade of April. The measure of the saltiness water drainage of the lysimeters shows a rate of extremely high saltiness. The electrical conductivity has evolved from 10 mmhos/cm during the month of February, to 20 mmhos/cm on the end of the cycle (May). Concerning the uniformity of irrigation in the space (under the pivot), and during the cycle, it is considered as not satisfactory level.*

Keys words : *Irrigation, Saltiness of soil, Water loss, Pivot, South of Algeria.*

INTRODUCTION :

Durant les dix dernières années, le sud Algérien a connu une activité agricole très intense. Cette activité est principalement orientée vers la production de céréales en général, et de blé, en particulier.

Les précipitations étant pratiquement inexistantes, les agriculteurs utilisent la méthode d'irrigation intégrale de leurs cultures par le système pivot, qui demande une mobilisation de quantités d'eau très importantes (50 à 70 l/s pour un pivot de 54 ha) provenant soit des nappes peu profondes, soit de l'albien.

La méconnaissance des besoins en eau des cultures par les agriculteurs entraîne un gaspillage de quantités considérables d'eau, avec toutes les conséquences que cela entraîne (Mouhouche et Sioussiou, 1996) :

- gaspillage d'eau;
- gaspillage d'énergie pour le pompage et le transport d'eau;
- dans certains cas, refroidissement de la température du sol, particulièrement en période hivernale;
- création d'une situation d'hydromorphie temporaire, avec toutes les conséquences sur la physiologie de la plante;
- perte de quantités importantes d'engrais solubles par percolation profonde ;
- pollution des nappes superficielles;
- accélération du processus de salinisation du sol (le drainage des eaux salées provenant du lessivage des sels étant complètement méconnu).

Les zones arides et semi-arides se caractérisent par :

- une évapotranspiration très élevée;
- une forte salinité de l'eau et du sol.

Pour cela, dans notre étude, nous essayerons de mettre l'accent sur trois points particuliers qui sont en liaison directe avec le phénomène de non maîtrise des besoins en eau des cultures et sa conséquence sur le devenir du milieu écologique des zones arides et semi-arides (salinisation des sols) :

- importance du phénomène de gaspillage d'eau et sa conséquence sur le risque de salinisation des sols;
- gestion des sols salés ou qui risquent de l'être;
- nécessité d'évacuation des eaux de lessivage.

MATERIEL ET METHODES :

Afin de sensibiliser les agriculteurs utilisateurs du système d'irrigation par pivot sur le risque de gaspillage de l'eau et de salinisation des sols, nous avons réalisé deux expérimentations en 1994 et 1995.

La première a été menée dans la wilaya de Ghardaïa, et la seconde dans la wilaya de Ouargla.

Les mesures effectuées sur le terrain sont :

- mesure de l'évapotranspiration maximale (ETM) de la culture par la méthode lysimétrique;
- mesure de pertes d'eau et des engrais par percolation profonde au moyen d'un lysimètre ;
- mesure des niveaux de salinité de l'eau de drainage au niveau du percolat drainé par le lysimètre;

- mesure de la répartition spatiale de l'eau effectivement stockée dans la frange de sol prospectée par les racines selon la méthode de Hart (1979);

- comparaison de l'effet de la mauvaise répartition de l'eau sur les composantes du rendement du blé.

En plus des mesures effectuées sur le terrain, nous avons procédé à un calcul des besoins en eau des cultures par la méthode informatique (logiciel CROPWAT), afin de comparer les besoins théoriques avec ceux obtenus sur le terrain par la méthode lysimétrique ou évapotranpirométrique.

RESULTATS ET INTERPRETATIONS :

Afin de définir les quantités d'eau gaspillées, nous avons comparé les quantités effectivement utilisées pour l'irrigation avec les besoins théoriques qui doivent être apportés.

Besoins en eau de la culture :

La figure (fig. 1) montre l'évolution des besoins en eau de la culture durant le cycle. Les variations de la consommation entre les phases est mise en relief, elle varie de 2 à 10 mm/j.

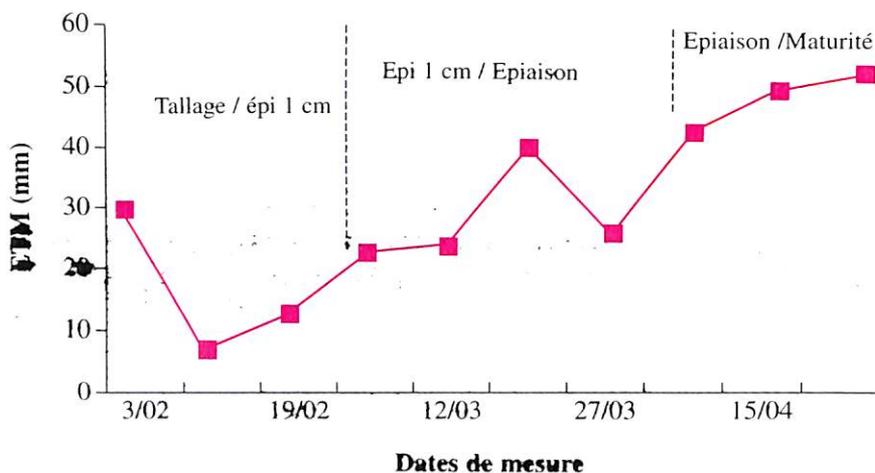


Fig. 1 : Evolution de l'évapotranspiration maximale pentadaire du blé (mm).

Etude Comparée des besoins théoriques et de l'ETM :

Selon Maatallah (1996) l'étude comparée de l'ETo (méthode informatique) et de l'ETM (méthode lysimétrique) montre une différence très importante, particulièrement durant la phase tallage/épi 1 cm, et faible durant la phase épiaison/maturité (fig. 2).

La figure ci dessus montre la grande discordance entre les besoins théoriques et ceux effectivement apportés,

puisque le rapport $ETM_{(CROPWAT)} / ETM_{(lysimètre)}$ varie de 0,75 à 3,90, soit une moyenne de 2.

Les besoins définis par lysimétrie durant la période de 3 mois (Février à Avril), étant de 310 mm, soit 3100 m³/ha, les besoins théoriques définis par (CROPWAT) étant doubles (6200m³/ha). La différence est de 3100 m³/ha, soit 155000 m³ pour un pivot de 50 ha.

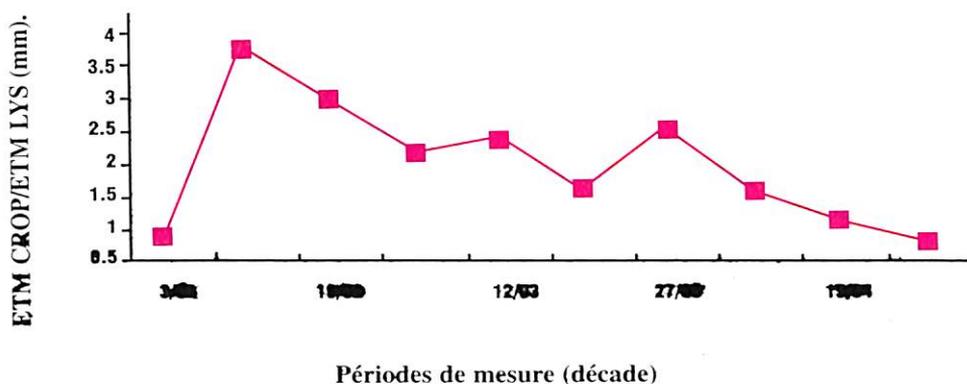


Fig. 2 : Evolution du rapport ETM Cropwat / Lysimètre

Pertes d'eau par percolation profonde :

Les mesures des quantités d'eau percolées au delà de la couche de sol prospectée par les racines durant la période du 3 Février au 15 Avril montre que les apports d'eau d'irrigation varient de 150 à 425%

des besoins réels (ETM) de la culture, soit une moyenne de 250 à 300%. Durant la période de mesure, le volume d'eau gaspillé est de 8500 m³/ha, soit 425000 m³/pivot de 50 ha (fig 1, 2 et 3).

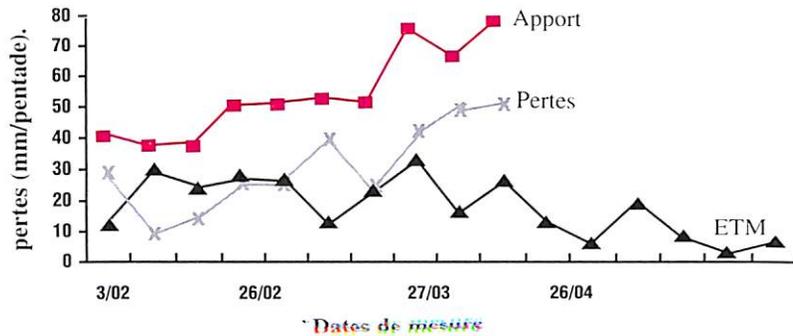


Fig 3 : Evolution des pertes d'eau durant le cycle (mm/pentade).

Le phénomène de salinisation des sols :

La concentration en sel de l'eau d'irrigation varie de 3 à 6 g/l. les apports d'eau d'irrigation/ha et /an varient de 7 à 10000m³, soit 700 à 1000 l/m³ /an.

Le déficit pluviométrique dans la région étant permanent, le drainage et le lessivage n'étant pas effectués, tout le sel apporté avec l'eau d'irrigation est sensé se déposer au niveau de la couche de sol humidifiée par irrigation.

A titre d'exemple, en cas d'absence totale de lessivage et de drainage, et pour une eau à 3 g/l de sels totaux, soit 3000 g/m³ d'eau d'irrigation, pour une irrigation de 800 mm/an, soit 8000 m³/ha/an, la quantité de sels totaux apportée par ha et par an est estimée à :

$8000 \times 3 = 24000 \text{ kg / an / ha.}$
soit 2,4 kg/m³/an.

Après 10 années d'irrigation, la quantité de sel apportée est :

$24000 \times 10 = 240000 \text{ kg/ha.}$
soit une concentration de sel de 24 kg/m².

L'accumulation de sel se fera sur toute la profondeur de sol humidifiée par irrigation.

Le taux de salinité du sol dépend du sens de déplacement de l'eau :

- un excès d'eau provoque une migration du sel en profondeur ;
- un manque d'eau provoque une accumulation de sel dans les horizons de surface ;
- la présence d'une couche de sol imperméable provoque une accélération du phénomène de salinité.

La vitesse de salinisation dépend de la profondeur de la couche imperméable, ainsi, un sol d'une profondeur de 50 cm se salinise 4 fois plus rapidement qu'un sol ayant une profondeur de 200 cm.

Un sol à texture lourde (sol argileux ou argilo-limoneux) est plus susceptible à la salinisation qu'un sol à texture légère (sol sableux).

De plus, l'opération de lessivage est plus rapide pour un sol léger que pour un sol lourd.

Le phénomène de lessivage des sels :

Le contrôle de la salinité de l'eau drainée au niveau des lysimètres montre une grande différence de salinité entre l'eau d'irrigation (5 mmhos/cm) et l'eau de percolation (de 8 à 22 mmhos/cm), soit une moyenne de 15 mmhos/cm (fig. 4). Ceci montre la grande concentration de sel dans le sol.

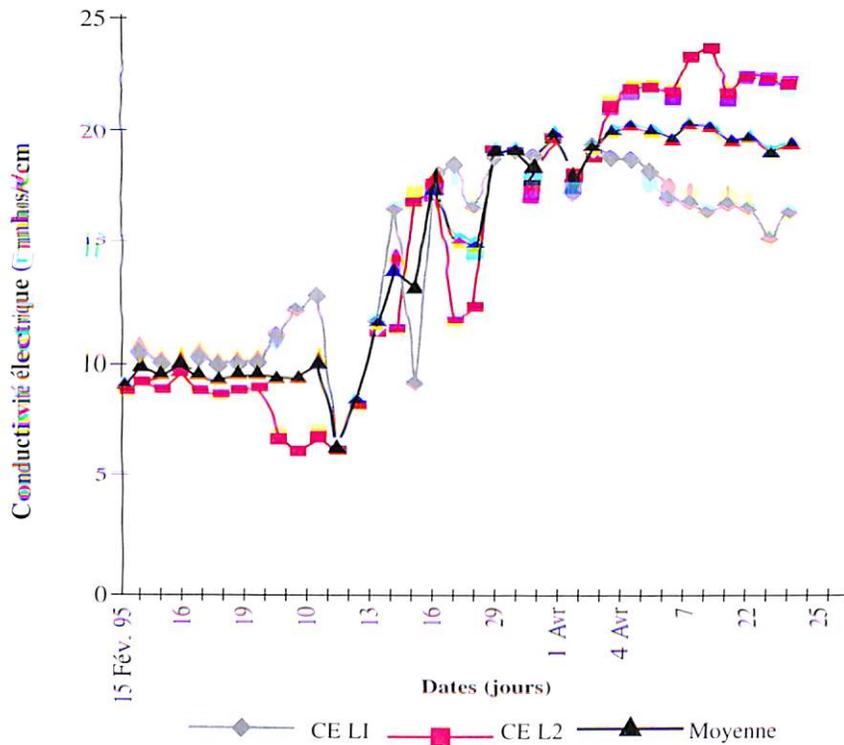


Fig.4 : Evolution de la conductivité électrique de l'eau de drainage en fonction du temps.

La comparaison des seuils de tolérance des cultures au sel permet de classer le sol en question dans la catégorie des sols très salés, donc incultes pour la plupart des cultures, y compris les espèces halophytes.

L'uniformité d'irrigation :

Les mesures effectuées au niveau des pluviomètres montrent une mau-

vaise répartition de la densité d'asper- sion (pluviométrie horaire) le long du pivot (Sioussiou, 1995; Mouhouche et Boulassel 1994).

Les trois mesures effectuées en 1995 montrent que la pluviométrie moyenne sous les différentes travées varie de 8 à 14 mm (fig. 5), avec un extrême pour la mesure du 9 Février 1995 qui varie de 3 à 21 mm (fig. 6).

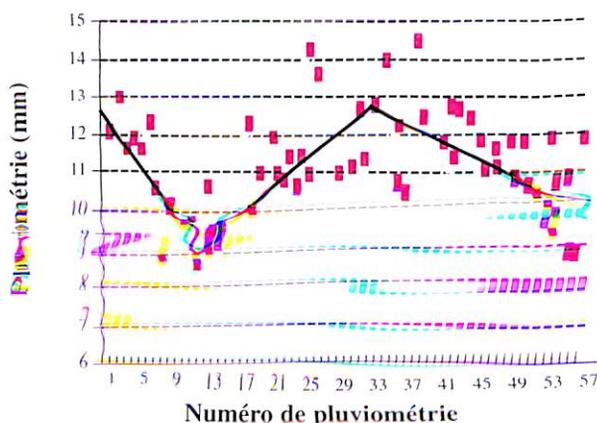


Fig. 5 : Apport moyen par irrigation durant le cycle végétatif.

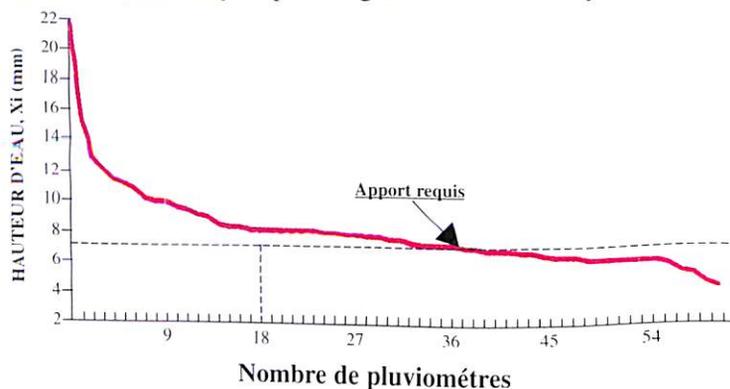


Fig. 6 : Profil de distribution de l'eau en surface (09/02/1995).

En plus de la mauvaise répartition de la pluviométrie le long du pivot, on note que deux mesures sur trois, un nombre plus important de pluvio-

mètres enregistre une quantité d'eau supérieure à celle requise (demandée) (fig. 7), pour la mesure du 17 Avril 1995.

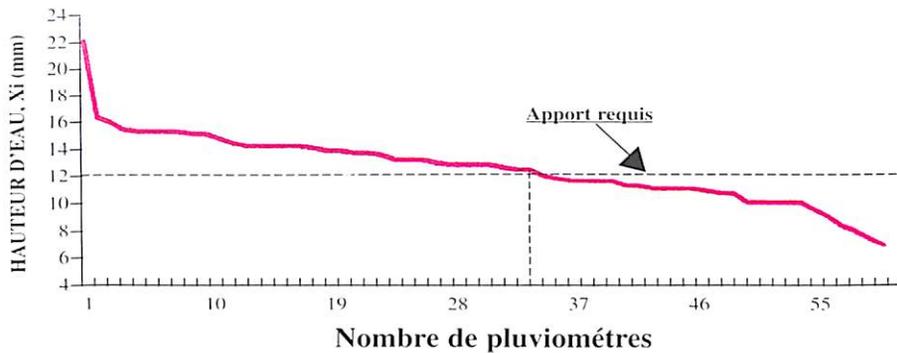


Fig. 7 : Profil de distribution de l'eau en surface (17/04/1995).

CONCLUSION :

Les résultats obtenus montrent que la non maîtrise des principes de base régissant la détermination des besoins en eau des cultures provoque des effets dépressifs tels que :

- les pertes en eau par percolation profonde ;

- en l'absence d'un réseau de drainage, et d'apport de doses de lessivage, les irrigations provoquent une salinisation progressive des couches de sol humidifiées par irrigation ;

- une concentration excessive de sel dans le sol accompagnée de doses de lessivage excessives peut provoquer une salinisation des nappes superficielles ;

- une percolation non contrôlée provoque un lessivage des engrais solubles (nitrates), entraînant ainsi une pollution des nappes superficielles ;

- le principe d'une bonne irrigation se base essentiellement sur une bonne uniformité d'irrigation dans l'espace du pivot et durant le cycle de la culture. Le contrôle de l'uniformité d'irrigation peut se faire par simple mesure

de la densité d'aspersion (pluviométrie horaire) le long des différentes travées du pivot.

Références bibliographiques :

Hart W. E., Gideon P. and Gaylord V. (1978). Irrigation performance : an evaluation. Journal of Irrigation and Drainage Vol. 105, n° 1B3.

Matallah M. (1996). Contribution à l'étude de la conduite des irrigations sous pivot : cas de Gassi-Touil. Mémoire d'ing. I.N.A. El-Harrach. 71 p.

Mouhouche B. et Boulassel A. (1994). Caractérisation de l'irrigation par aspersion pour une rationalisation de l'utilisation des eaux d'irrigation dans les zones arides et semi-arides. Séminaire international sur l'eau dans pays du Golf, Bahreïn 1994.

Mouhouche B. et Sioussiou R. (1996). Utilisation rationnelle de l'eau d'irrigation sous pivot: cas du sud Algérien. 1er Séminaire Maghrébin sur l'eau, Tizi Ouzou, 1996.

Sioussiou R. (1995). Caractérisation de l'irrigation sous pivot en zone aride : cas de Ghardaïa. Mémoire d'ing. E.N.P. El-Harrach. 65 p.