

Remplacé ex Perdu

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 29581 et 7

Cote : B

21/2/2000

031.071 : 031.415.3

PREMIERS RÉSULTATS DE L'ÉVOLUTION DE LA SALURE DU SOL PAR IRRIGATION A L'EAU SALÉE EN TUNISIE

J. P. COINTEPAS et P. ROEDERER

Service de Pédologie, Tunis

L'utilisation de l'eau salée pour l'irrigation étant un fait quasi général en Tunisie l'étude de l'influence de l'eau salée sur les sols et sur la production végétale revêt donc une importance particulière du point de vue scientifique et agronomique. Cette étude, dont nous donnons ici les premiers résultats, vient compléter l'étude bioclimatologique entreprise par le Centre de Bioclimatologie du Service Botanique et Agronomique de Tunisie (1). Son but est de déterminer :

- un bilan des sels dans le sol,
- le seuil de toxicité des principales plantes cultivées,
- le mode de lessivage des sels solubles accumulés dans la zone d'exploitation des racines.

MÉTHODE EXPÉRIMENTALE

Les études sur l'évolution du sol sous irrigation sont menées sur les mêmes essais que l'étude bioclimatologique de MM. DAMAGNEZ et DE VILLELE. Nous ne reviendrons donc pas ici sur la description des essais et nous renvoyons à l'étude publiée par ces auteurs dans le même numéro des Annales Agronomiques. Il nous suffit d'ajouter que tous les prélèvements effectués à la sonde pour la détermination des profils hydriques font l'objet d'une analyse des sels solubles. Les méthodes d'analyse sont celles que préconise le laboratoire de Riverside (2) aux États-Unis : préparation d'une pâte saturée de sol et dosage des éléments solubles Ca, Mg, Na, Cl, CO₃H et CO₃ sur un extrait de cette pâte. Par ailleurs on effectue sur ces mêmes échantillons le dosage du gypse et la granulométrie.

RÉSULTATS

I. — ESSAIS SUR MAIS ET COTON EN SOL GYPSEUX

Les premiers résultats disponibles portent sur la parcelle d'Aïn Zerig près de Gabès où on irrigue avec une eau à 2,88 g/l de résidu sec total dont 0,64 g/l de chlore. Le sol de la parcelle est un sol gypseux dont la teneur moyenne en gypse est de 20 p. 100 en surface mais diminue rapidement pour se limiter à 3 ou 5 p. 100 à partir de

(1) MM. J. DAMAGNEZ et O. DE VILLELE. Les besoins en eau réels des cultures et les possibilités d'utilisation des réserves d'eau du sol en Tunisie (Annales Agronomiques, même numéro).

(2) Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U. S Dept. of Agric. Hand book N° 60.

0,50 m. La nature du gypse varie également. Il est pulvérulent en surface où il tend à former un encroûtement. En profondeur au contraire il est surtout constitué par de gros cristaux et des roses des sables.

La salure du sol était très élevée au départ. Exprimé en conductivité de l'extrait saturé, cette salure variait de 3 à 5 mmhos/cm pour les 20 premiers cm, à 15 ou 20 mmhos/cm entre 20 cm et 1,50 m. puis retombait à 7 ou 8 mmhos/cm entre 1,50 et 2,00 m. (soit des teneurs en chlore respectivement de 0,020 — 0,250 et 0,07 p. 100 de terre sèche).

En 1960 les essais ont porté sur deux cultures : coton (variété longue fibre Pima 67) et maïs (Iowa 44-17). Ces deux cultures ont reçu au départ les doses d'irrigation suivantes :

- maïs : 350 mm. entre le 22/4/60 et le 16/6/60,
- coton : 550 mm. entre le 22/4/60 et le 1/7/60.

Par la suite on a apporté des quantités d'eau variables calculées à partir de l'évapotranspiration potentielle :

Traitement	Maïs	Coton
I (E. T. P.).....	587 mm	694 mm
II	527 mm	—
III.....	467 mm	522 mm
IV	247 mm	354 mm

Les prélèvements de sol ont eu lieu avant l'application des traitements différents, en cours de végétation et après récolte.

Le dépouillement des résultats montre que la salure du sol avant et après expérience correspond au même équilibre ionique : chlore et sodium sont en quantités voisines, les ions SO_4 et $\text{CO}_3 \text{H}$ équilibrant sensiblement les ions Ca et Mg. Nous baserons donc notre étude des variations de salure du sol sur les variations de teneur en chlore. Il nous a paru intéressant également de distinguer deux couches de sol 0 à 1 m. et 1 à 2 m. dont les comportements semblent différents.

Les valeurs moyennes de la teneur en chlore sont rassemblées dans le tableau ci-joint.

On peut voir à l'examen de ce tableau que la teneur en chlore reste à peu près constante dans la couche 0 à 1 m. Elle présente une légère augmentation en cours de végétation dans les parcelles de coton. De ce fait la salure du sol après culture de coton est un peu supérieure à celle que l'on observe en fin de culture de maïs. Dans la couche 1-2 m. au contraire l'hétérogénéité du sol est très importante et masque l'ensemble des phénomènes de lessivage ou d'accumulation. Il semble qu'il y ait eu lessivage du sol en début de végétation puis accumulation de sel en fin de période végétative.

Ces résultats sont valables pour la zone exploitée par les racines mais ne tiennent pas compte des variations de salure dans la couche superficielle des billons. Quelques sondages effectués dans les parcelles de maïs ont montré que la concentration en sel dans les billons n'est pas de nature à modifier nos conclusions. La fréquence des irrigations (9 jours environ) est suffisante pour empêcher la formation d'une croûte de sel à la surface des billons.

Les autres éléments se sont comportés de façon variable.

Le calcium a peu varié puisqu'il provient de la solubilisation du gypse et que le milieu est saturé en gypse.

Salure du sol sous culture irriguée à Gabès

1) maïs

Traitement		Doses d'irrigation (en mm)		Salure du sol Chlore ‰ de terre sèche		
		du 14/6 au 12/7	du 12/7 au 6/8	21/6/60	12/7/60	6/8/60
I	ETP	320	267	0,020* 0,119**	0,019 0,048	0,027 0,058
II	ETP — 3 mm/jour	290	237	0,019* 0,116**	0,029 0,085	0,027 0,083
III	ETP — 2 mm/jour	260	207	0,025* 0,200**	0,016 0,048	0,026 0,082
IV	ETP — 4 mm/jour	200	147	0,016* 0,092**	0,035 0,055	0,024 0,166

2) coton

Traitement		Doses d'irrigation		Salure du sol		
		du 1/7 au 6/9	du 6/9 au 2/11	1/7/60	6/9/60	2/11/60
I	ETP	557	137	0,026* 0,197**	0,035 0,070	0,034 0,104
III	ETP — 3 mm/jour	426	96	0,020* 0,068**	0,038 0,045	0,038 0,101
IV	ETP — 4 mm/jour	297	57	0,017* 0,145**	0,031 0,051	0,035 0,045

* entre 0 et 1 m.

** entre 1 m. et 2 m.

Le magnésium est également peu mobile. Sa concentration reste constante dans les couches superficielles. Elle tend à diminuer en profondeur pour les doses d'irrigation les plus fortes et à augmenter lorsqu'on diminue les quantités d'eau. Le sodium soluble a varié de façon importante. Dans les parcelles de maïs on a pu noter une augmentation de la concentration en sodium dans les couches superficielles (0-50 cm.) et une diminution à partir 1 m. de profondeur sauf pour le traitement IV qui voit sa teneur en sodium soluble augmenter sur tout le profil.

II. — ESSAIS SUR MAÏS EN SOL LIMONO-ARGILEUX

Le centre d'Étude de l'Eau à Tunis effectue plusieurs essais d'irrigation à l'eau salée. Un essai réalisé sur Maïs Iowa 44-17 suivant un protocole identique à l'essai de Gabès nous a donné une première série d'indications intéressantes.

Le sol est constitué par des alluvions fines (25 à 30 p. 100 d'argile, 40 p. 100 de limon) très riches en calcaire (40 p. 100) mais non salées. (conductivité moyenne de l'extrait saturée : 1.8 mmhos/cm. soit 0,015 p. 100 de chlore). L'eau d'irrigation

contient 2,68 g/l de sels totaux mais est plus chargée en chlore que celle de Gabès : 1,12 g/l au lieu de 0,64 g/l.

L'essai a été conduit de la manière suivante :

— du 21 Avril date du semis au 2 Juin on a apporté une dose uniforme de 300 mm. sur l'ensemble de l'essai.

— du 2 Juin au 8 Août le maïs a reçu 5 doses différentielles calculées à partir de l'évapotranspiration potentielle. Ces 5 doses sont les suivantes :

Traitement	Doses d'irrigation
A E. T. P.....	400 mm
B E. T. P. — 1 mm jour.....	336 mm
C E. T. P. — 2 mm jour.....	276 mm
D E. T. P. — 4 mm jour.....	146 mm
E E. T. P. — 6 mm jour.....	21 mm

Comme pour Aïn Zerig nous avons analysé les prélèvements de sol du 2 Juin et du 18 Août date de la récolte et nous avons étudié les variations de salure entre 0 et 2 m. d'après les variations de la teneur en chlore. Nous avons obtenu les valeurs moyennes exprimées en p. 100 de terre sèche.

	A	B	C	D	E
2 Juin	0,017	0,015	0,013	0,015	0,016
18 Août	0,027	0,025	0,023	0,021	0,018

Il y a donc eu accumulation de sel et cette accumulation a été d'autant plus forte qu'on a irrigué avec plus d'eau. Pour le traitement E l'augmentation de salure n'est pas significative (1).

Autre résultat important : l'accumulation de sel se situe entre 0 et 1 m. de profondeur pour les traitements A et B, entre 0 et 0 m, 75 pour le traitement C, et entre 0 et 50 cm. pour les traitements D et E.

Profondeur moyenne du prélèvement	Augmentation de la salure entre le 2/6 et le 18/8/60		
	A	C	E
25 cm	0,015 %	0,020 %	0,015 %
50 "	0,028	0,034	0,006
75 "	0,018	0,013	0,001
100 "	0,009	0,001	0
125 "	0	0,002	0
150 "	0,004	0,002	0
175 "	0,001	0,001	0
200 "	0,002	0	0,002

CONCLUSION

Il n'est pas possible après une seule année d'expérimentation de tirer des conclusions définitives sur les problèmes de salure du sol par l'eau d'irrigation.

Nous pouvons cependant dès cette année poser quelques principes applicables à l'agronomie :

(1) Plus petite différence significative à $P = 0,05 : 0,003$ p. 100.

1. — En sol salé et gypseux (Aïn Zerig de Gabès) il est possible de réaliser un lessivage des sels permettant des rendements de maïs économiquement valables (59 qu/ha sur parcelles de 40 m²), alors que le maïs est considéré comme moyennement résistant au sel. Ce lessivage préalable est indispensable mais, résultat important, il a été obtenu avec des quantités d'eau d'irrigation relativement peu élevées : 350 mm. Par la suite il a été possible, en plein été, de réduire la dose d'irrigation de 20 p. 100 sans nuire au rendement de la culture.

Un tel résultat demande à être confirmé par une expérimentation portant sur plusieurs années. Il aurait cependant une conséquence pratique importante : on peut en effet envisager d'effectuer le lessivage des sels et la reconstitution des réserves en eau du sol en hiver à une époque où l'évaporation est moins intense et où on dispose d'un excédent d'eau. En été au contraire on pourrait réduire les doses d'irrigation suivant des proportions à fixer pour chaque culture. Une telle méthode permettrait une grosse économie d'eau et par conséquent un accroissement des surfaces irrigables.

2. — En sol non salé et irrigué à l'eau salée il faut éviter l'accumulation de sel. L'irrigation sera considérée comme un appoint devant être réduit au minimum compatible avec le rendement économique optimum.

Par contre il est préférable que le dessalement et la reconstitution des réserves en eau du sol se fasse grâce aux précipitations atmosphériques. Plus ces précipitations sont faibles, plus on doit réserver l'irrigation à des sols légers. Prenons l'exemple du Centre d'Étude de l'eau à Tunis où les sols sont lourds. Les réserves en eau utilisables par les plantes peuvent être estimées à 400 mm. dans la couche 0-2 m. La pluviométrie moyenne annuelle qui est de 400 mm. ne suffit pas à restituer ces réserves. Elle ne suffit donc pas à assurer le lessivage des sels solubles. Tandis qu'en sol plus léger la même pluviométrie suffirait à entraîner les sels en dehors de la zone des racines.

Au cas où il est cependant nécessaire d'assurer un lessivage des sels à l'aide de l'eau d'irrigation (sols trop argileux, pluviométrie déficitaire) cette opération sera réservée à la période hivernale où les ressources en eau sont plus importantes.

Les résultats de cette première année d'expérimentation nous ont indiqué dans quel sens doit être orientée l'expérimentation dans les années à venir. Nos hypothèses constituent en effet une révolution dans les méthodes d'irrigations de ce pays où on a pour habitude d'augmenter systématiquement les doses d'irrigation pour assurer le lessivage des sels solubles. On est donc arrivé à un gaspillage d'eau, d'une eau dont le prix de revient est extrêmement élevé par suite du coût des ouvrages de captage ou de sondage. La poursuite de notre expérimentation dira si on peut ou non réduire cette consommation excessive.

Reçu pour publication en novembre 1960.

RÉSUMÉ

La Section de Pédologie et le Centre de Bioclimatologie de Tunisie ont entrepris en 1960 une étude conjointe sur les besoins en eau des plantes en secteur irrigué à l'eau salée (2,7 à 2,9 g/l de résidu sec). Appliquant des doses différentielles correspondant à l'évapotranspiration potentielle (E. T. P.) à l'E. T. P. — 1 mm/jour, E. T. P. — 2 mm/jour, E. T. P. — 4 mm/jour les auteurs ont constaté qu'en sol sablo-limoneux gypseux, salé les doses d'irrigation étaient suffisantes pour permettre des cultures de maïs et de coton. La doses d'eau la plus faible provoque une légère remontée de la salure.

En sol limono-argileux non salé, la salure du sol paraît d'autant moins forte que la dose d'irrigation est plus faible. Étant donné que les rendements ne diminuent sensiblement que pour des doses inférieures à E. T. P. — 2 mm/jour, il est donc recommandé de limiter l'irrigation aux doses d'appoint correspondant au rendement économique optimum et de laisser la pluie effectuer le lessivage des sels solubles. Lorsque celle-ci est insuffisante on réservera les irrigations de lessivage à la période hivernale où l'évaporation et donc le danger de remontée du sel sont les plus faibles.

L'expérience se poursuit sur les mêmes parcelles afin de suivre l'évolution de la salure sur plusieurs années.