

UTILISATION DES EAUX DES NAPPES DU MAESTRICHIEN ET DE L'ÉOCÈNE
POUR L'IRRIGATION DES CULTURES MARAÎCHÈRES : POSSIBILITÉS ET CONTRAINTES

✗ mhp 263



le Breucq J.Y

Fonds Documentaire ORSTOM



010005953

Fonds Documentaire ORSTOM
Cote: B* 5953 Ex: 1

1985

UTILISATION DES EAUX DES NAPPES DU MAESTRICHIEN ET DE L'ÉOCÈNE
POUR L'IRRIGATION DES CULTURES MARAÎCHÈRES : POSSIBILITÉS ET CONTRAINTES

INTRODUCTION :

9/11/89
7324

DEJ-LES

Ce rapport répond à une demande d'assistance technique de Caritas/Sénégal (Diocèse de Kaolack), en vue d'estimer les possibilités d'utilisation des eaux des nappes du Maestrichien et de l'Eocène pour irriguer des périmètres villageois maraîcher de la région de Kaolack. Ces eaux, surtout celles du Maestrichien, sont en effet jugées selon les critères généralement retenus pour l'irrigation, pratiquement impropres à cet usage, et bien des essais effectués se sont effectivement soldés par des échecs. Mais l'analyse des causes de ces échecs n'a pas été faite dans tous les cas, et il n'est pas prouvé que ces eaux soient totalement inutilisables. Nous analyserons spécifiquement la situation des périmètres proposés par Caritas, surtout en ce qui concerne les interactions sols-eaux prévisibles, mais énoncerons tout d'abord des considérations générales, valables pour une gamme étendue de sols et d'eaux.

1 - LE PROBLÈME DE LA SALINITÉ DES EAUX D'IRRIGATION

On peut en fait distinguer plusieurs aspects dans le problème de la salinité des eaux :

1.1. La concentration totale des sels, mesurée par l'extrait sec (en g/l de sels restants après évaporation complète de l'eau) ou par la conductivité électrique (en millomhos/cm ou milli-Siemens/cm). L'eau de mer contient 35 g/l de sels, pour une conductivité d'environ 45 mmhos/cm, une eau pure (Sénégal) contient 0,05 g/l de sels (conductivité 0,05 mmhos/cm).

La concentration totale agit en perturbant l'alimentation en eau des plantes (sécheresse "physiologique").

1.2. Les rapports entre les différents ions constituant les sels et notamment le rapport $(Na)/(Ca/2 + Mg/2)^{1/2}$ appelé S.A.R. (Sodium Adsorption Ratio. Concentrations en mé/l). Lorsque ce rapport dépasse 10, des problèmes croissants apparaissent au niveau du sol irrigué, qui tend à devenir compact, imperméable, asphyxiant par les racines.

1.3. L'alcalinité totale (= carbonates + bicarbonate) qui se traduit par des pH élevés (supérieurs à 8) lorsqu'elle est importante, et l'alcalinité résiduelle (= total - (Calcium + Magnésium)). Cette dernière valeur est soit négative,

soit positive. Dans ce dernier cas, l'eau s'enrichit en carbonate de sodium en se concentrant, prend un pH élevé (9 à 11) et dégrade très rapidement le sol : imperméabilisation, asphyxie, blocage de certains éléments nutritifs.

1.4. Des toxicités spécifiques à certains éléments (Chlorure, Fluorure, Bore...) et à certains végétaux qui ne sont plus sensibles.

2 - LES EAUX DU MAESTRICHIEN ET DE L'EOCENE

2.1. Les salinités totales de ces deux nappes sont du même ordre, de 1,5 à 2,5 g/l et sont considérées comme élevées à très élevées.

2.2. Les S.A.R. sont par contre différents : 3 l pour le Maestrichien, 5 à 8 pour l'Eocène. De ce fait, l'eau du Maestrichien est, selon les critères habituels, classée comme inutilisable. L'eau de l'Eocène est acceptable.

2.3. L'alcalinité résiduelle est fortement positive pour le Maestrichien (6,6 mé/1:maximum conseillé : 2,5 mé/1), négative pour l'Eocène. Ceci explique que des pH de 11, très néfastes aux végétaux, aient été mesurés dans des sols irrigués par l'eau du Maestrichien.

2.4. La saturation vis-à-vis des carbonates de calcium et de magnésium est approchée ou atteinte par ces eaux. Le tableau ci-dessous donne les produits d'activité ionique pour diverses eaux analysées et les produits à saturation pour Ca CO_3 , Mg CO_3 , $\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2$ (en logarithmes décimaux).

Forage	Sibassou	Diaoulé	Ndiébel	Keur Yoro	Guagué Mody	Gandiaye	Mbelakadi	Niakhar	Saturation
Ca CO_3	- 8,40	- 8,35	- 8,2	- 8,05	- 8,00	- 8,20	- 8,18	- 8,30	- 8,35
Mg CO_3	- 8,23	- 8,23	-8,07	- 8,27	- 8,22	- 8,37	- 8,52	- 9,09	- 7,8
Ca Mg CO_3	- 16,63	-16,58	-16,26	- 16,32	-16,22	- 16,57	- 16,70	-17,38	- 16,9

Ces résultats signifient que dès que ces eaux se concentrent dans le sol sous l'effet de l'évapotranspiration, elles peuvent précipiter de la calcite ou de la dolomite. Leur S A R et leur pH s'élèvent alors, avec les effets néfastes cités plus haut.

2.5. Des toxicités dues aux chlorures et aux fluorures sont à craindre pour les deux types de nappe. L'effet des Fluorures sur les sols et végétaux est cependant mal connu.

3 - CONSEQUENCES GENERALES

En d'autres circonstances que celles qui prévalent actuellement au Sénégal, les eaux du Maestrichien devraient être exclues de toute utilisation en agriculture. Les eaux de l'Eocène peuvent être utilisées, mais avec réserves.

On peut cependant poursuivre les essais d'utilisation de ces eaux, en prenant impérativement les précautions suivantes :

3.1. Augmenter les doses d'irrigation par rapport aux besoins d'une culture utilisant de l'eau douce, d'au moins 50 % .

L'objectif est le suivant : l'eau apportée en surplus des besoins habituels, s'écoule à travers le sol, et entraîne en profondeur les sels avant qu'ils ne se concentrent. Mais les sels ainsi lessivés rejoindront finalement les nappes phréatiques peu profondes et les pollueront. Ceci exclue d'irriguer en présence d'une nappe superficielle (moins de 5 à 6 m).

3.2. Fractionner les apports d'eau, en 2 ou 3 fois par jour, pour éviter un engorgement momentané, suivi d'un dessèchement superficiel qui concentre les sels en surface.

3.3. Utiliser les sols sableux (Dior) où le lessivage des sels est plus facile et l'effet du sodium moins important. Il faudra éviter les bas-fonds plus argileux, où l'eau tend à stagner pendant l'hivernage. Sur les sols sableux, les éléments fertilisant (fumier, engrais) tendent à être lessivés et perdus plus rapidement. Aussi faudrait-il fractionner les apports d'engrais minéraux et utiliser préférentiellement les engrais organiques (fumier, compost, engrais vert) qui améliorent la rétention dans le sol des minéraux et de l'eau.

3.4. Améliorer les caractéristiques de l'eau du Maestrichien, en la laissant reposer dans des bacs aérés avant utilisation, et en l'additionnant de gypse (ou de phospho-gypse) qui apporte du calcium relativement soluble. Le phospho-gypse, par sa dissolution rapide, s'est révélé très efficace pour améliorer des sols affectés par le sodium. Pour mieux apprécier l'effet de ces opérations, nous avons réalisé deux expériences simples :

- de l'eau du Maestrichien (nappe de Diaoulé) a été ensemencée avec des algues vertes et laissée à reposer dans un flacon. Après développement des algues (15 jours), le pH, de 8,2, est passé à 8,6. Entre le matin (après une nuit à l'obscurité, et donc sans photosynthèse) et l'après-midi, on a observé une élévation de pH de 0,1 unité (de 8,6 à 8,7). Il ne semble alors pas que le développement d'algues ait amélioré l'alcalinité de l'eau, mais on a intérêt à l'utiliser le matin, lorsque son pH est au plus bas. L'effet positif observé à Diaoulé du stockage des eaux en bac aéré n'est sans doute pas lié à l'effet du développement d'algues sur l'alcalinité, mais à une baisse de température.

- Nous avons divisé en 2 aliquotes un prélèvement d'eau fait à NDIEBEL. Dans l'une des aliquotes, du gypse a été ajouté en quantité suffisante pour atteindre la saturation. Les 2 eaux ont été analysées :

	pH	É.C.	Alcali. totale	SO ₄	Ca	Mg	Ka	SAR	Alc.rés.
Sans gypse	8,66	1,83	6,56	5,45	0,2	0,31	22	43,5	6,05
Avec gypse	8,21	3,70	5,28	36,45	29,5	0,31	19	4,9	- 24,5
		mmhos/ cm	me/l	me/l	me/l	me/l	me/l		me/l

On constate après ajout de gypse une baisse du pH, une augmentation de la conductivité, une forte augmentation du Calcium, une baisse de l'alcalinité totale. Les baisses du SAR et de l'alcalinité résiduelle sont spectaculaires. Le seul paramètre de cette eau que l'ajout de gypse n'a pas amélioré est la conductivité. Mais on peut compenser ceci en accroissant les doses d'irrigation. Il apparaît donc que l'apport de gypse est une opération très favorable à l'amélioration de la qualité de l'eau du Maestrichien. On pourrait, soit l'ajouter dans les bacs d'aération, soit l'épandre sur les sols. Il semble que l'opération fasse précipiter du carbonate de calcium (baisse de l'alcalinité totale, augmentation des sulfates > augmentation du calcium), qui pourrait perturber les installations d'irrigation éventuelles (goutte à goutte par exemple).

3.5. Ne pas irriguer par aspersion, qui dégrade le sol (tassement, formation de croûtes) et brûle les feuilles des plantes par les sels de l'eau. De même, utiliser les arrosoirs avec précaution.

3.6. Irriguer les pépinières avec de l'eau douce (eau de marigot, du Continental terminal), lorsque les plantes sont le plus sensibles au sel, puis utiliser l'eau du Maestrichien (ou de l'Eocène) pour les plantes déjà bien établies.

Attention : Les pluies d'hivernage, contrairement à ce qu'on pourrait espérer, risquent de dégrader les sols irrigués à l'eau du Maestrichien, si ceux-ci sont légèrement argileux: les eaux très pures provoquent la dispersion des argiles, puis l'imperméabilisation du sol. Il serait bon d'épandre du gypse sur les sols avant les premières pluies d'hivernage.

4 - EMPLOI DES EAUX DU MAESTRICHIEN SUR LES PERIMETRES PROJETES

Dans l'ensemble, les sols des périmètres projetés conviennent à l'irrigation avec des eaux moyennement salées, car ils sont sableux, dès la surface. On évitera cependant soigneusement certaines zones de bas-fond, plus argileuses, où les sols présentent une teinte foncée.

4.1. Périmètre de Mbassis : Quatre prélèvements ont été effectués sur des planches ayant déjà été irriguées. Des pH de 10,1, 9,9, 9,4 ont été mesurés, mais la salinité reste faible (0,3 mmhos/cm sur extrait 1/5*). Ceci montre que le problème le plus grave avec le Maestrichien est l'alcalinité, et non la salinité. Les sols irrigués avaient par ailleurs de bonnes caractéristiques (salinité initiale faible, texture sableuse).

4.2. Guagué, Deux prélèvements ont été effectués, l'un en parcelle non irriguée (pH 6,6, 0,07 mmhos/cm sur 1/5), l'autre en parcelle irriguée depuis peu (pH 10,3, 1,57 mmhos/cm sur 1/5). La hausse du pH est spectaculaire, un début de salinisation s'est opéré. des croûtes brun-noire ont été observées à la surface de mottes, provenant de la mise en solution de matière organique en milieu alcalin. Le périmètre projeté est correctement situé.

4.3. Keur Yoro, Les sols ont de bonnes caractéristiques (non salés, pH neutre, sableux.)

4.4. Ngolothie, même remarque que ci-dessus. Il faudra cependant éviter les abords d'une mare, où les sols sont argileux.

4.5. Ndiebel : Un essai d'irrigation avec le Maestrichien y a échoué en 1984. Le sol prélevé à cet emplacement s'est révélé non salé et non alcalisé. Mais les pluies de l'hivernage ont pu diminuer les effets de l'irrigation. Le sol d'une pépinière irriguée avec le Maestrichien en Novembre 1984 présentait un pH de 9,7 et une conductivité de 0,4 mmhos/cm, contre 8,6 et 0,24 mmhos/cm respectivement

* Les conductivités de sol sont mesurées sur des extraits 1/5 : 100 g de sol dans 500 g (500 ml) d'eau.

dans une pépinière irriguée à l'eau d'une mare. Du fumier de poule et de cheval utilisés sur les pépinières présentaient une salinité importante (6 et 2,5 mmhos/cm respectivement sur extrait 1/5 après dessiccation). Aussi, ne devrait-on pas en apporter des doses trop importantes en une seule fois. Le fumier de poule particulièrement pourrait avoir une responsabilité dans l'échec des pépinières.

4.6. Ndiaoulé, La réussite du maraîchage avec l'eau du Maestrichien pourrait être liée au stockage des eaux une nuit avant utilisation, bien qu'aucun effet évident n'ait été observé sur le prélèvement effectué dans un bac (pH 8,3, conductivité 2,15 mmhos/cm). Les sols sont semblables à ceux de Ndiebel (sableux, non salés).

4.7. Loumbel Keli : Un bas-fond sablo-argileux est irrigué à l'eau de l'Eocène. Un problème dû à la salinité a compromis des cultures d'oignons et de tomates en 1984. Le sol prélevé en Novembre n'était ni salé (0,05 mmhos/cm) ni alcalisé (pH 7,8). Le problème est peut-être lié à une réflexion entendue sur place : l'eau étant salée, il faudrait en apporter moins. C'est l'inverse qu'il faut faire dans tous les cas.

L'utilisation du Maestrichien est totalement exclue sur ce périmètre. L'eau de l'Eocène a une conductivité élevée (3,5 mmhos/cm), mais son utilisation devrait pouvoir être maintenue, grâce à un SAR relativement bas (7,7). Les doses conseillées avec une eau pure devraient être augmentées de 50 %.

4.8. Ngadada, On évitera d'irriguer une partie basse argileuse.

4.9. Walalane, Les sols ne posent pas de problèmes particuliers.

4.10. Soumbel Keur Latir, Les sols sont corrects, et présentent probablement une richesse chimique plus élevée que pour les autres périmètres (horizon humifère bien développé).

5 - CONCLUSION

Il est très probable que des problèmes seront rencontrés ici et là. Il serait bon, pour chaque site, de noter les opérations culturales, modes d'irrigation, doses, apports d'amendement et d'engrais, dates des travaux, afin de comparer les réussites et les échecs. Nous conseillons de tester sur quelques sites, l'apport de gypses, sur parcelle (1 à 2 t/ha, fractionné) et dans les bacs d'aération, de

noter les résultats culturaux et de prélever des échantillons de sol pour analyses. Lorsqu'un échec survient, des échantillons doivent être prélevés aussitôt, ainsi qu'éventuellement sur des sites voisins ayant eu moins de problèmes. On prélèvera les tranches 0-10, 10-20 et 20-40 cm.

Janvier 1985

J.Y. LE BRUSQ