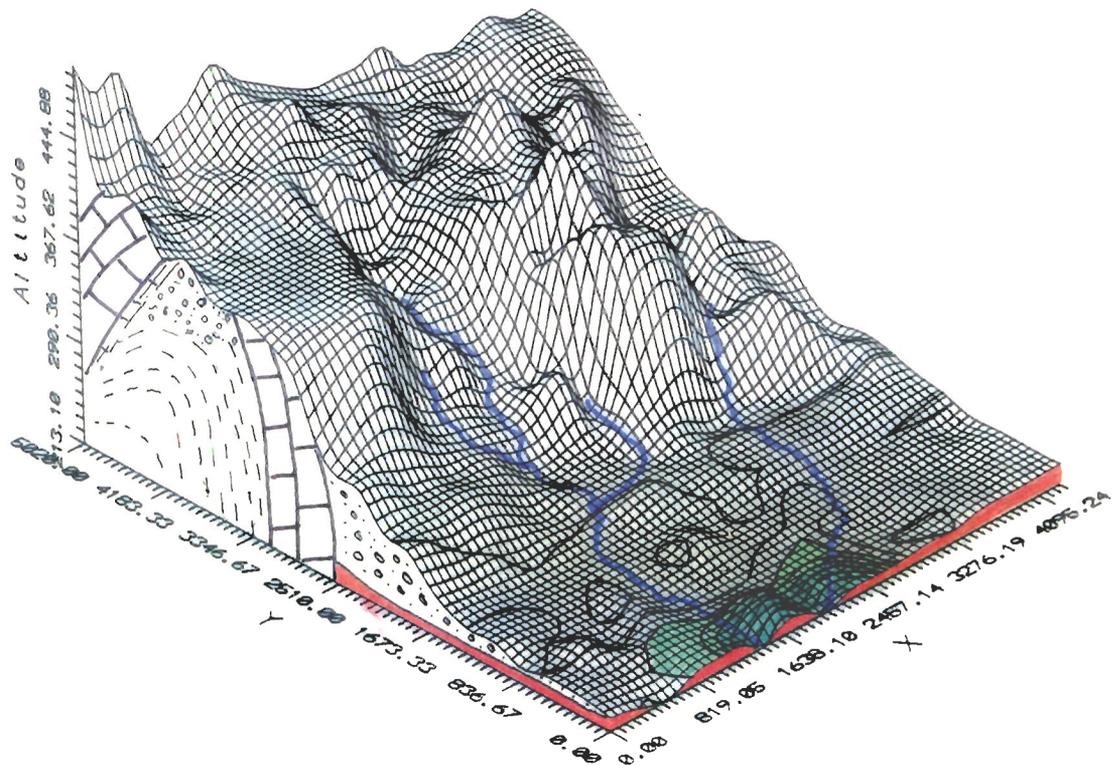


SEMINAIRE SUR LA SALINISATION DES SOLS ET L'IMPACT SUR LES
RENDEMENTS

ATPNE, Tunis (26-27 juin 1992).

LA SALURE DES SOLS DE L'OASIS D'EL GUETTAR (SUD TUNISIEN).

JOB J.O., ° MARAI M. °°



LA SALURE DES SOLS DE L'OASIS D'EL GUETTAR (SUD TUNISIEN).

- Introduction.

Cette étude présente brièvement la salure des sols de l'oasis d'El Guettar. Nous allons montrer quels sont les facteurs qui provoquent cette salure et à quelles conditions les cultures sont possibles.

- Situation.

L'oasis d'El Guettar se situe en Tunisie méridionale, à 15 km à l'est de Gafsa (fig.1). C'est la limite nord-est de la culture du palmier dattier en Afrique du Nord, celle du Sahara au sens que lui donne Rognon (1990), dans la zone steppique occidentale nord-africaine (Le Houerou 1990). La pluviométrie moyenne est de 160 mm. L'oasis est orientée d'Est en Ouest sur six kilomètres au pied du Jebel Orbata (fig.2).



Fig.1- L'oasis d' El Guettar au pied du Jebel Orbata.
(Landsat 2, du 29 mars 79, traitement Direction des Sols, Tunis, échelle
1cm=7km).

- Limites de l'étude.

Notre étude comprend toute l'oasis, c'est à dire les sols mis en culture entre l'oued El Abiad et L'oued Es-Sedd.

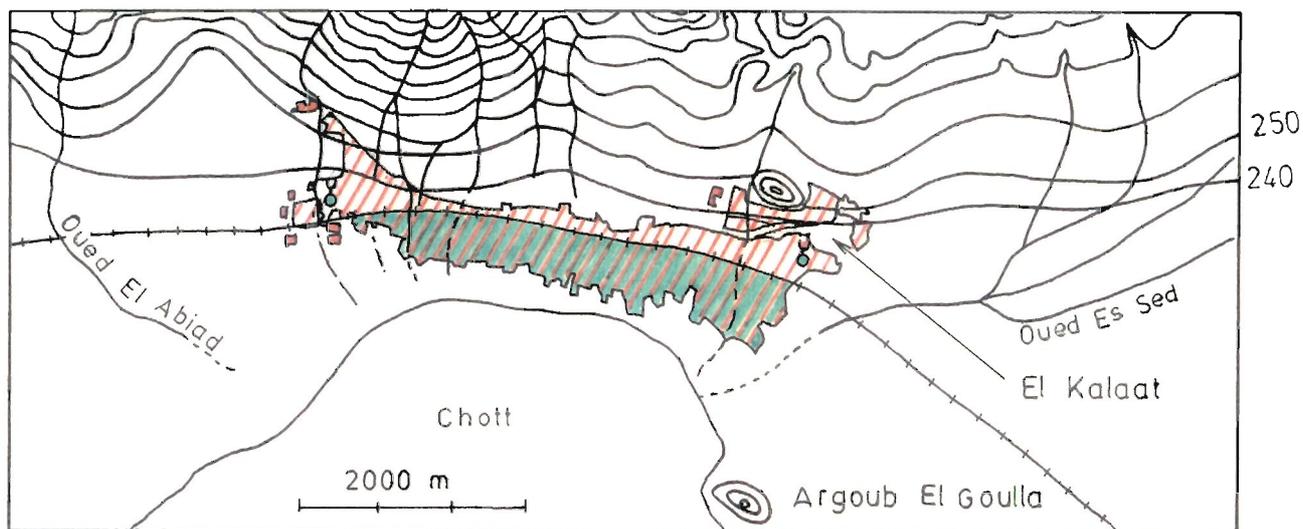


Fig.2- Limites du site étudié.

Cela représente cinq cent hectares. Notre attention se portera sur les sols affectés par les sels, en bordure du chott et à l'aval de la voie ferrée, partie figurée en vert sur la fig.2.

-Les sols.

Les sols ont été formés par colluvionnement des formations calcaires du Crétacé du Jebel Orbata et par apport éolien des gypses miopliocènes à partir du chott et bourrelets de berge de l'Oued El Mellah. Leur texture est limoneuse à limono sableuse, leur teneur pondérale en carbonate de calcium décroît de 25 à 15% en profondeur alors que la teneur en gypse augmente de 25 à 60% en moyenne dans les deux premiers mètres. L'horizon gypseux de profondeur qui existe dans toute l'oasis devient hydromorphe au voisinage de la nappe en limite du chott. La perméabilité est bonne ($K=2$ à 3.10^{-5} m.s⁻¹ par la méthode Porchet).

la salure du sol est mesurée par conductivimétrie electromagnétique. Cette technique, décrite en détail par ailleurs (Job et al., 1987,1990) est schématisée fig.3.

Elle permet de mesurer la conductivité propre du sol et de la solution du sol mesurée sans perturbation entre 0 et 120 cm en analysant le comportement d'un champ magnétique envoyé par des bobines inductrices dans le sol. On l'appelle salure apparente globale. Si on mesure la conductivité electromagnétique horizontale (CEH), la conductivité apparente globale est la valeur de CEH transformée en conductivité électrique moyenne des extraits saturés du sol entre 0 et 120 cm de profondeur. La transformation se fait à l'aide d'une équation linéaire du premier degré déterminée expérimentalement sur une vingtaine de points.

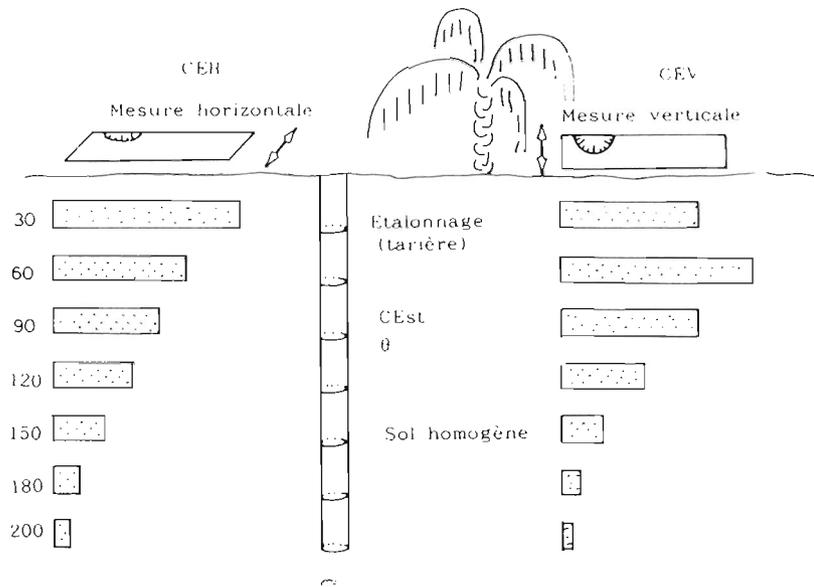


Fig.3- Mesure de la salure apparente globale du sol par conductivimétrie électromagnétique.

les équations obtenues à El Guettar sont les suivantes:

$$CEH(\theta p) = 70,3 * CEcn + 4,6 * \theta p - 136 \quad n=31 \text{ et } 1,5 < CEcn < 8$$

$$CEsat = 0,082 * CEH(20) - 0,64 \quad \text{avec: } 50 < CEH(20) < 150$$

- Salure et niveau de la nappe phréatique.

La conductivité de la nappe phréatique et le niveau piézométrique, mesurée à partir de 74 puits montre une forte influence de la topographie et l'existence d'infero-flux convergents vers le chott (fig.4).

La carte de salure globale apparente des sols faite à partir de 396 points de mesure montre une convergence semblable (fig.5).

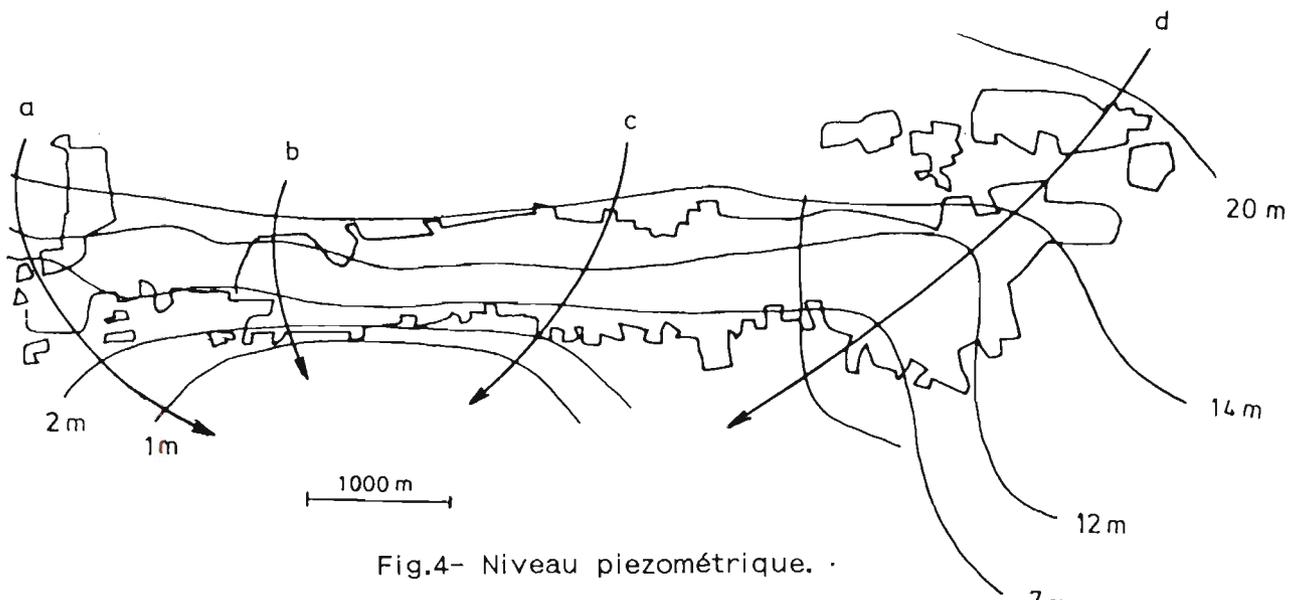


Fig.4- Niveau piézométrique.

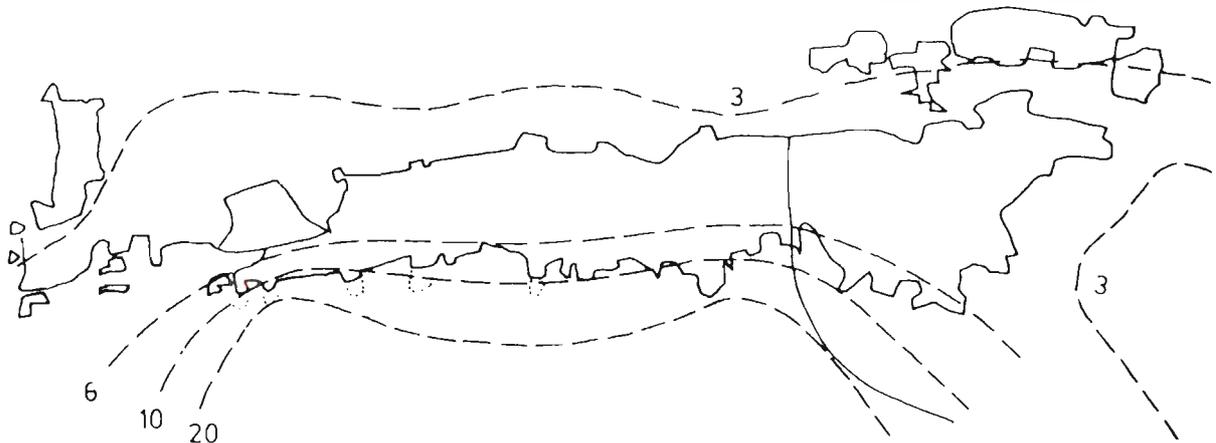


Fig.5- Niveaux de salure apparente globale en décembre 1989. (Isohales en $\text{dS}\cdot\text{cm}^{-1}$).

On pourrait conclure que la topographie détermine complètement la salure des sols et celle de la nappe. Ceci n'est vrai qu'en moyenne. En pratique, chacune des 2450 parcelles qui constituent l'oasis est irriguée indépendamment. Sa couverture végétale peut être constituée d'une, de deux ou de trois strates (Palmiers, oliviers-figuiers-pistachiers, orge-luzerne-maraîchage). Il s'en suit un travail du sol différent et une quantité d'eau apportée différente, donc une dynamique des sels particulière, qui peut s'affranchir des contraintes topographiques.

-Salure et mise en culture des parcelles.

La méthode de mesure par conductivimétrie électromagnétique permet de mettre en évidence la grande variabilité des salure d'une parcelle à une autre, par exemple dans un espace de 4000 mètres carrés homogène en profondeur de nappe et altitude (fig.6). Ainsi est mise en évidence l'importance de la mise en culture sur la salure.



Fig.6- Occupation des sols et salure de parcelles.

Cet effet de gestion des irrigations est généralisable dans tout l'oasis, comme le montrent les résultats obtenus à partir de 400 parcelles pour lesquelles on a mesuré la salure globale des premiers 120 cm de sol (fig.7a).

- Les parcelles pionnières sont gagnées sur le chott. Ce sont les plus salées.

- Les parcelles abandonnées redeviennent salées à cause des remontées capillaires qui s'y produisent. Ainsi s'explique que sur les moyennes apparaisse une relation forte entre la topographie et la salure des sols. La remontée capillaire est d'autant plus importante que la nappe est proche de la surface, donc que l'altitude par rapport au chott est faible.

- Les parcelles bien entretenues ont une salure comprise entre 7 et 12 dScm-1.

- Les olivettes se situent en amont d'oasis sur des sols calcaires peu gypseux et non salés (moins de 5 dscm-1).

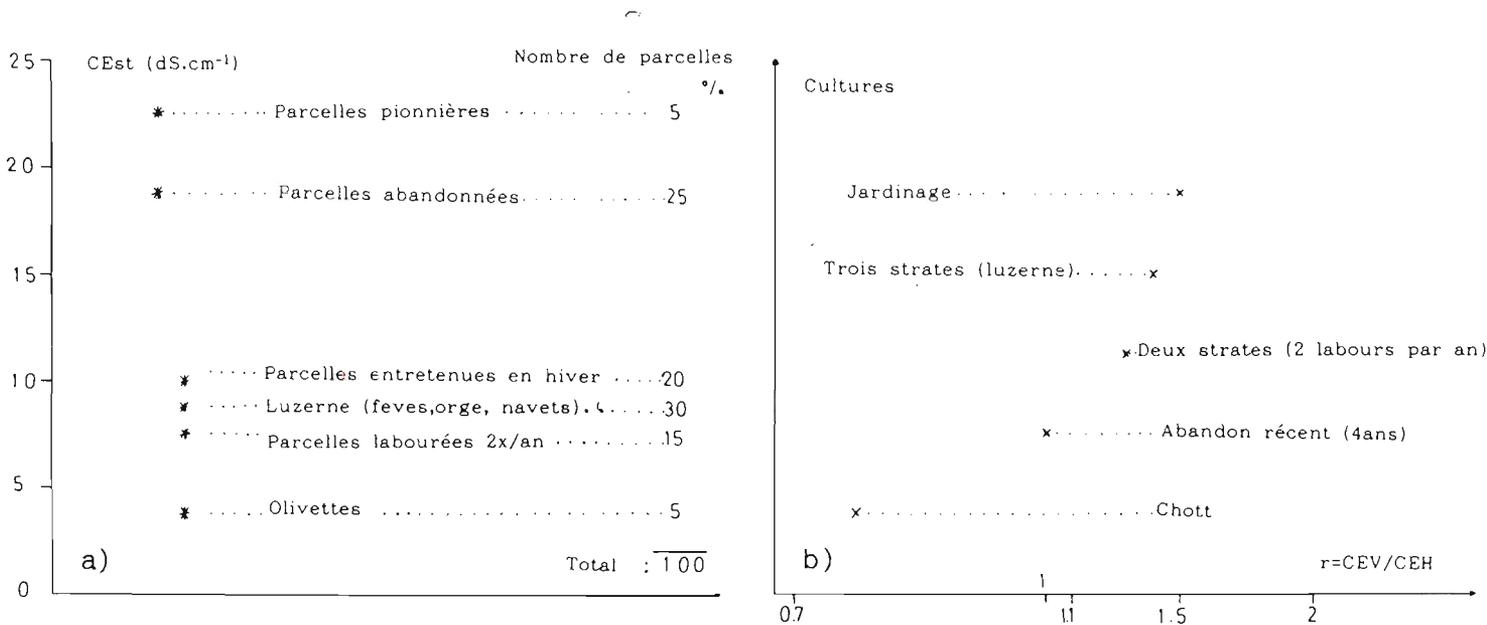


Fig.7- a) Répartition des cultures par salure. b) Profils salins caractéristiques de quelques types d'occupation des sols.

- Profils salins.

On peut mesurer la conductivité électrique en mode vertical (CEV) et en mode horizontal (CEH). Si l'humidité est constante le long du profil, une valeur du rapport CEV/CEH inférieure à 1 indique un profil salin décroissant en profondeur, donc un fonctionnement dominé par la capillarité, tandis qu'un rapport supérieur à 1 indique un profil salin croissant en profondeur, indiquant un lessivage d'autant plus efficace que ce rapport est élevé.

On voit que les profils de sol du chott et les sols non irrigués fonctionnent en capillarité alors que les parcelles cultivées sur trois strates et jardinées sont lessivées (fig.7b).

-Permanence des effets dû à l'irrigation.

La salure apparente globale de quatre parcelles a été suivie pendant deux ans et demi pour mettre en évidence le rôle de l'irrigation dans la salure des parcelles.

- une parcelle à une strate d'oliviers,
- une parcelle cultivée sur une seule strate de palmiers,
- une parcelle d'extension cultivée sur deux strates,
- une parcelle traditionnelle cultivée sur trois strates.

Dans chacun de ces cas (fig.8a à 8d), on voit que la salure apparente globale varie autour d'une position d'équilibre bien caractérisée par le niveau de la salure et l'allure du profil salin.

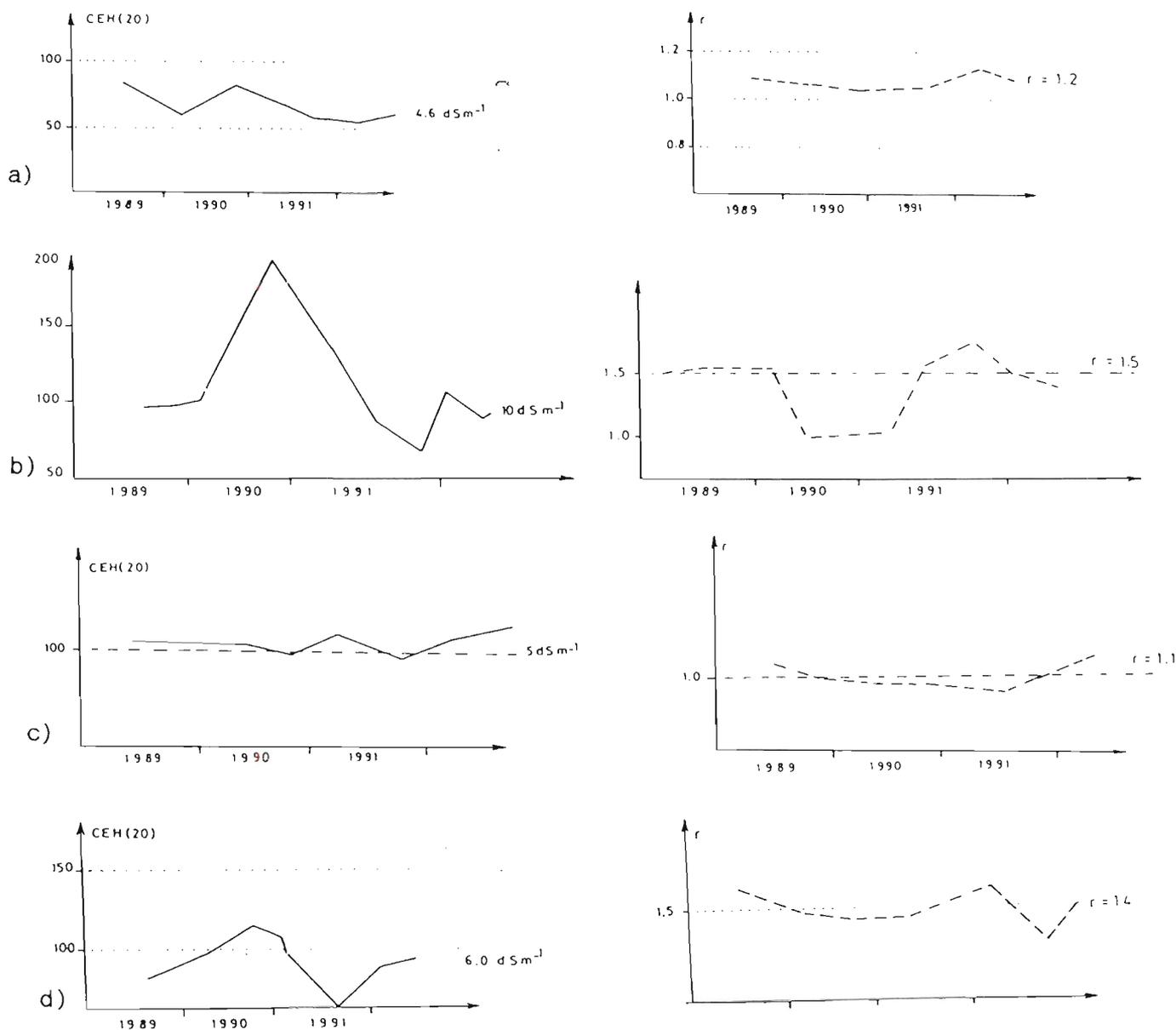


Fig.8- Variation dans le temps de la salure apparente globale de quatre parcelles pendant deux années.

- Les apports à la nappe.

Si l'irrigation modifie radicalement les profils salins sur les 120 premiers cm de sol, par contre, les apports à la nappe se limitent à la frange en bordure du chott. En 13 ans, la concentration totale et la composition relative de la nappe n'ont pas changé de manière significative.

On peut donc dire que la nappe est alimentée toujours de la même manière soit par infero-flux seulement soit avec apport conjoint de sels lessivés par irrigation. Mais les quatre premiers puits se situent dans des parcelles abandonnées depuis 10 ans et pourtant l'absence d'irrigation n'a pas modifié durant ce temps la composition de la nappe à cet endroit. C'est donc la première hypothèse qu'il faut retenir.

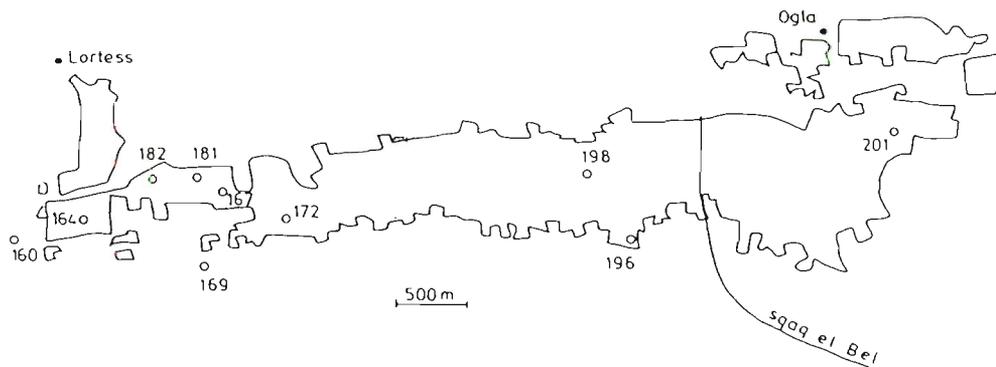


Fig.9- Localisation des puits analysés en 1978 (Ben Marzouk, 1982) et en 1991 (Job et Merai, 1992).

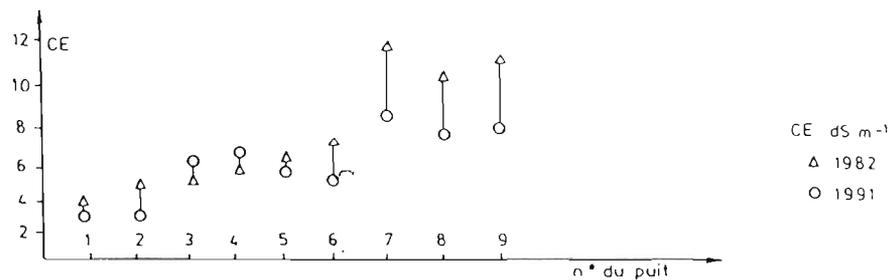


Fig.10- Variation des conductivités électriques entre 1978 et 1991.

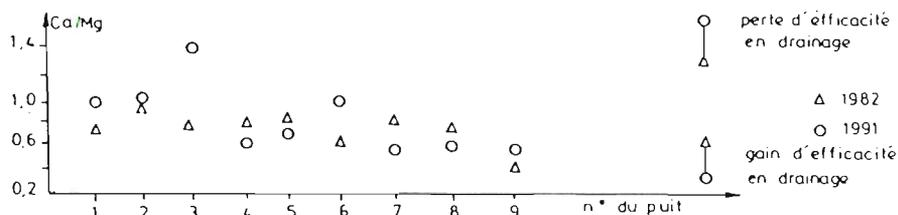


Fig.11- Variation du rapport Ca/Mg entre 1978 et 1991 sur 9 puits.

-Utilisation de l'eau.

L'eau d'irrigation provient des forages de Lortess et de Nechiou, dans la formation dite du Zebbag inférieur entre 100 et 120 mètres de profondeur, le débit total actuel est de 120 l.s⁻¹, ce qui correspond pour 450 ha à 0,27 l.s⁻¹.ha⁻¹, soit une lame d'eau de 840 mm théorique moyenne sur tout l'oasis par an, ce qui est insuffisant pour l'extension sur toute la superficie des cultures irriguées. D'où l'abondance des oliviers, moindres consommateurs dans le haut de l'oasis et l'absence totale d'irrigation sur certaines parcelles de palmiers dans le bas qui s'alimentent à partir de la nappe salée.

Une enquête menée en 1991 montre une très grande hétérogénéité dans l'utilisation de l'eau d'une parcelle à l'autre, ce qui rend les calculs de transfert d'eau et de sels délicats. En moyenne, dans la partie basse de l'oasis, pour une superficie de parcelle 800 m², un débit d'irrigation de 10 l.s⁻¹, une réserve utile volumique de 20%, on calcule qu'une heure d'irrigation correspond à une lame d'eau de 45 mm. La réserve hydrique du sol n'est ainsi remplie que sur 25 cm de profondeur.

On voit donc que même sans tenir compte de l'ETR, on dispose d'une quantité d'eau d'irrigation moyenne insuffisante pour alimenter une nappe qui se trouve en moyenne à 1,80 m de la surface dans les parties basses de la palmeraie, sauf dans les rares cas où il y a une nappe perchée. Les agriculteurs n'irriguent en effet presque jamais une parcelle plus d'une heure tous les quinze jours, du moins dans la partie traditionnelle de l'oasis.

- Conclusions.

La dynamique des sels dans l'oasis d'El Guettar dépend avant tout du mode de gestion des parcelles plus que des contraintes topographiques.

Les modes de gestion traditionnels maintiennent les sels en profondeur sans que la quantité d'eau employée ne suffise à lessiver les sels des deux premiers mètres de sol vers la nappe.

Toutes les cultures sont possibles sur ces sols relativement légers à condition de gérer l'irrigation de manière à dessaler les horizons superficiels (voir photos).

L'emploi d'une eau d'irrigation sulfatée calcique et magnésienne de 2 à 3 d.S.cm⁻¹ ne pose pas de problème dans ces sols de bonne perméabilité. Sa distribution sur de très nombreuses parcelles est cependant délicate et sa rareté doit inciter à l'économie surtout sur les parcelles de très faible superficie (600 m² et moins).

Des études sur l'importance des remontées capillaires et sur le danger de reflux de nappe du chott vers l'oasis sont en cours. Elles devraient permettre de mieux cerner le danger d'abandon des terres d'une part et le risque de ressalinisation des parties basses en hiver.

Bibliographie.

- ANONYME, non daté- Etat parcellaire de l'Oasis d'El Guettar. Ministère de L'Agriculture, C.R.D.A de Gafsa.
- BEN MAZROUK M., 1982- Contribution à l'étude hydrogéologique des régions de Gafsa Sud et d'El Guettar. Thèse de 3ème cycle, Un., Paris-Sud, 2 tomes, 7 cartes.
- JOB J.O., LOYER J.Y., AILOUL M., 1987- Utilisation de la conductivimétrie électromagnétique pour la mesure directe de la salinité des sols. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. XXIII, n°2 p: 123-131.
- JOB J.O., MERAI M., 1990- Etude de la salinité des sols de l'oasis d'El Guettar. Pub., ORSTOM/DS, n°ES-248, Direction des sols, Tunis, 49 p.
- JOB J.O., MERAI M., 1992- Utilisation de l'eau dans l'oasis d'El Guettar. ORSTOM/DS (en préparation).
- ROGNON P., 1989- Biographie d'un désert. Plon ed., 350 p., Paris.

