

ÉVOLUTION DE LA SALURE DES SOLS SOUS IRRIGATION

Périmètre de Hendi Zitoun (Tunisie)

par

J. DUMAS* et A. LOBERT *

PLAN

- 1 - OBJET DE L'ETUDE
- 2 - DEFINITION DES TRAITEMENTS - PLAN D'EXPERIENCE
- 3 - LE SOL ET L'EAU D'IRRIGATION
 - 3.1 - Eau d'irrigation
 - 3.2 - Sol
 - 3.3 - Conclusion
- 4 - PRECISION DES ANALYSES ET NOMBRE DE PRELEVEMENTS
 - 4.1 - Précision des résultats
 - 4.2 - Mode de prélèvement et d'analyse
- 5 - RESULTATS DE LA CAMPAGNE D'ETE 1964
 - 5.1 - Présentation des résultats
 - 5.2 - Interprétation
- 6 - CONCLUSIONS

SOMMAIRE

Afin de comparer l'efficacité par rapport au coût, de différentes modalités de lessivage lors d'irrigation à l'eau salée, on a bâti un plan statistique-type et on l'a concrétisé dans le Centre de la Tunisie, sur le périmètre de Hendi Zitoun, où les conditions de sol et d'eau correspondaient, selon le classement de Riverside, à un cas limite, avec risque d'alcalinisation.

* Ingénieurs de la mission S.C.E.T. au Centre de Recherches et d'Expérimentation de Génie rural de Tunisie

On a appliqué pendant quatre ans les traitements prévus, et suivi les rendements et l'évolution du sol :

- *jusqu'alors, aucune différence significative n'est apparue dans les rendements ;*
- *l'analyse des profils de sol montre qu'on pourrait dans les conditions du périmètre, apporter pendant la culture des doses inférieures à l'ETP, donc économiser l'eau aux mois de pointe, pour ne lessiver que deux ou trois fois l'an, en dehors des périodes de pointe.*

Compte-tenu de l'intérêt de tels essais dans d'autres cas, des indications sont données sur les avantages et inconvénients du dispositif.

1 - OBJET DE L'ÉTUDE

Le périmètre irrigué de Hendi Zitoun, dans le centre de la Tunisie, est consacré essentiellement à l'étude des besoins d'irrigation des cultures. Accessoirement, car il ne constitue pas un cadre idéal pour ce genre d'expériences, on y a installé, dès 1961, un essai sur l'évolution de la salure et des rendements sous différentes méthodes d'irrigations lessivantes.

Les facteurs suivants limitaient les possibilités :

- **absence de nappe de surface** : Dès lors, la quantité de sels lessivés, entraînée en profondeur, échappe à la mesure directe : on ne peut faire de bilans ;
- **eau peu salée pour la Tunisie** (1,1 g/l) mais apportée sur un sol lourd, un peu alcalinisé en profondeur.

Les résultats seront atteints plus lentement qu'avec de l'eau à 4 g.

Une seule catégorie d'eau est disponible au périmètre, ce qui laisse un doute sur l'origine de certains effets sur le rendement, effets qu'on peut attribuer par exemple à un supplément d'irrigation (besoins en eau mieux satisfaits) ou à un dessalage du sol.

L'essai, défini en 1961, a néanmoins été poursuivi pendant quatre ans pour les raisons suivantes :

- les sols lourds du périmètre sont susceptibles d'évoluer vers la salure, même avec de l'eau à 1,1 g/l, et représentent un cas fréquent en Tunisie qui mérite d'être étudié parmi d'autres ;
- la conception de l'essai et les résultats sont susceptibles d'extrapolation ou de vérification à des cas différents. On verra plus loin que cet essai consiste surtout à opposer :

- La théorie du lessivage valable où l'eau est abondante et peu coûteuse :

A chaque irrigation, on apporte un supplément d'eau (en fonction de la salure de l'eau) par rapport à l'évapotranspiration potentielle, supplément qui entraîne le sel accumulé en surface depuis l'irrigation précédente.

En Tunisie, à l'optimum économique, l'irrigation moyenne se situe entre 0,7 et 0,8 ETP. S'il faut irriguer à 1,2 ETP pour lessiver, cela se traduit par une augmentation des besoins (et une diminution des surfaces irriguées) de 60%.

- On peut, au contraire, **ne lessiver que deux fois l'an**, au printemps et en automne, donc en dehors des mois de besoins d'eau aigus (juin à août), ce qui lève déjà une contrainte appréciable. Ensuite, et cela fait en particulier l'objet d'expérimentation, la quantité d'eau totale consacrée à l'irrigation et au lessivage, pourrait être inférieure à celle de la première méthode : par exemple en irriguant à 0,7 ETP pendant la culture.

De même, à cette quantité plus faible d'eau d'irrigation, correspond un apport total de sel inférieur. Mais, rarement lessivé, ce sel risque de s'accumuler en surface où les plantes ne pourraient pas le supporter. La solution reste peut-être dans des formules intermédiaires, issues d'une combinaison des deux méthodes extrêmes. Cet ensemble fait l'objet du plan d'essai décrit ci-après.

Il est évident que ces premiers résultats sont provisoires et ne peuvent être extrapolés brutalement à des cas différents. Mais, il faut le souligner, la conception de l'essai est à priori valable partout.

2 - DÉFINITION DES TRAITEMENTS - PLAN D'EXPÉRIENCE

Quelles que soient la culture et la saison, le principe reste le même : pendant la campagne, on définit trois doses d'irrigation (ou "traitements")

$$D_2 = 0,9 \text{ (ETP - P)}$$

$$D_1 = 0,7 D_2$$

$$D_3 = 1,3 D_2$$

ETP = évapotranspiration potentielle mesurée sur le périmètre au bac d'évapotranspiration recouvert de Kikuyu.

P = pluie

D_3 = calculée à peu près en fonction de la salure de l'eau, d'après la formule de Riverside $Q = \frac{C_i}{C_u - C_i} \cdot 100 \cdot D_n$

Q = dose de lessivage en pour cent de D_n

D_n = dose d'irrigation correspondant à l'ETP

C_i = conductivité de l'eau d'irrigation = 1,6 millimhos

C_u = conductivité maximum tolérée par les cultures, en moyenne pour 10 millimhos.

Soit :

$$D_3 = 1,3 D_2 = 1,3 \times 0,9 \text{ (ETP - P)} = 1,17 \text{ (ETP - P)} \neq 1,20 \text{ (ETP - P)}$$

En pratique, on attend que ETP - P ait atteint 60 à 80 mm pour apporter des doses de l'ordre de 40 à 100 mm suivant les traitements et à une fréquence de 10 à 20 jours suivant la saison, sauf en hiver, où, de décembre à février, l'irrigation est inutile.

D_1 apporte peu d'eau et peu de sel ; D_2 apporte plus d'eau et de sels mais en principe ne lessive pas le sol ; D_3 lessive.

Entre chaque campagne, au printemps et en automne, on apporte trois doses de lessivage.

$$L_1 = 0, \text{ pas de lessivage entre cultures}$$

$$L_2 = \frac{L_3}{2}$$

$$L_3 = \sum (D_3 - D_2)$$

Le plus gros lessivage entre campagne correspond avec L_3 à la somme des quantités d'eau consacrées à l'irrigation D_3 , (lessivage pendant la campagne).

Les combinaisons 2 à 2 des D et L donnent finalement un plan factoriel à 9 traitements $D_i L_j$ ($i = 1, 2, 3$; $j = 1, 2, 3$) matérialisé sur le terrain par un dispositif en split-plot, à quatre

répétitions, divisées en trois parcelles consacrées aux traitements D, elles-mêmes subdivisées en trois sous-parcelles pour les traitements L.

Schéma, d'un bloc (répétition)

S/parcelle L ₂	L ₃	L ₁	parcelle D ₂	
L ₃	L ₁	L ₂		D ₁
L ₁	L ₂	L ₃		D ₃

Ce dispositif permet de porter la précision sur les traitements L et sur l'interaction D X L qui sont les plus intéressants. On peut encore, si le traitement D n'est pas significatif, l'analyser en carré latin pour L (4 carrés latins 3 x 3).

Les résultats et analyses portent sur :

- les rendements : on n'en parlera pas ici, les indications recueillies intéressant surtout jusqu'ici les besoins en eau ;
- l'évolution du sel qui fait l'objet de ce rapport.

A propos des rendements, qui devraient finalement permettre de faire le bilan économique de chaque traitement après plusieurs années d'essai et d'en définir l'intérêt, il faut signaler ceci :

Si on observait par exemple un meilleur rendement moyen pour D₃ que pour D₂, il est impossible d'attribuer à coup sûr cet effet au lessivage. Compte-tenu des différences de comportement d'une plante en culture avec une autre sur le bac d'évapotranspiration, compte-tenu de la précision de mesures, l'amélioration du rendement peut venir à la fois d'un supplément d'eau consommée par la plante ou utilisée au lessivage. De même, les doses L de lessivage sont mises en réserve pour les besoins ultérieurs de la plante.

Un tel plan exigerait, pour être complet, deux qualités d'eau : (à 1 et 4 g/l par exemple) soit deux variantes supplémentaires et un plan 2 x 3 x 3 : tout ce qui est fait avec de l'eau à 1 g/l serait refait avec de l'eau à 4 g/l et répétition au hasard. Ceci supposerait l'existence de deux réservoirs d'alimentation indépendante.

C'est donc dans le sol que nous trouverons les éléments les plus intéressants.

3 - LE SOL ET L'EAU D'IRRIGATION

3.1. - Eau d'irrigation

Les caractéristiques sont les suivantes :

Concentration	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	CO ₃ ⁻⁻	pH
mg/litre	90	44	225	270	200	165	7,4
méq/litre	4,5	2,9	9,3	7,6	4,15	5,5	

Soit :

- 1,1 g/l, conductivité : 1,6 millimhos ;
 - SAR = 4,9 ;
 - classement Riverside : C₃ S₂ - C₃ S₁ (limite).
- Eau à salinité assez forte à utiliser sur les sols drainant bien avec des cultures tolérant assez bien les sels.
- Moyennement à faiblement sodique (limite) avec un léger danger d'alcalinisation sur des sols à texture fine.

Les risques de diminution des rendements par l'action de la salure étaient donc minimes pour les premières années.

3.2. - Sol

Sol alluvial peu évolué avec cependant :

- a - une tendance à l'hydromorphie en profondeur ;
- b - une légère salure en surface, plus forte en profondeur.

Exemples de résultats, sur un profil dans le champ d'essai :

Profondeur cm	Texture	CE (millimhos)	Na/T
0 - 30	L A	1	4,6
30 - 60	A	1	9,5
60 - 100	A	1	9,4
100 - 120	A	3,25	10,8
120 - 160	S A	3,25	13,3

Ce sol est donc à texture lourde, peu perméable sur l'ensemble du profil, non salé en surface mais à légère tendance à l'alcalinisation en profondeur.

Selon les variations locales, la salure peut être un peu plus accentuée en surface (1,5 millimhos) et en profondeur (7 - 8 millimhos).

3.3 - Nous sommes donc ici en présence d'un cas limite où le sol, malgré une eau relativement peu chargée, risque de présenter des problèmes de mauvais drainage et par suite d'alcalinisation.

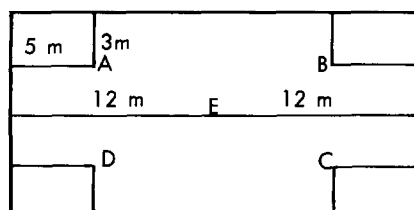
4 - PRÉCISION DES ANALYSES ET NOMBRE DE PRÉLÈVEMENTS

L'essai comporte 36 parcelles sur chacune desquelles il faudra prélever sur plusieurs profils à différentes profondeurs, ce qui représentera un travail important. En attendant qu'une évolution du sol se dessine nettement et avec les moyens limités de notre laboratoire, nous nous contentons de l'analyse rapide et à priori précise du chlore dans l'extrait de pâte saturée. Sur une partie des échantillons, on recoupe par mesure de la conductivité du même extrait.

4.1 - Précision des résultats

4.1.1 - Variabilité globale

Sur cinq parcelles au hasard, on a répété le processus suivant :



- en chaque point (A par exemple), on fait trois forages à la tarière (espacés d'une cinquantaine de centimètres) et l'on mélange respectivement les prélèvements à 25 cm et à 75 cm ;
- l'analyse du chlore porte sur chaque échantillon ;
- pour la moyenne de cinq mesures à la même profondeur, dans chaque parcelle, le coefficient de variation (écart-type / moyenne x 100) est :
 - prélèvement à 25 : cv = 18,7% ;
 - prélèvement à 75 : cv = 16,7%.

4.1.2 - Origine de la variabilité

La trop grande variabilité des résultats ci-dessus implique la recherche d'un mode de prélèvement et d'analyse plus précis.

Au niveau du prélèvement, on ne peut qu'augmenter le nombre de prises.

Au niveau de l'analyse, le dosage du chlore est assez précis, mais la variabilité introduite dans l'extraction de la pâte, n'est pas négligeable comme le montre l'analyse statistique suivante : (analyse hiérarchique)

On a procédé ainsi :

- 5 prélèvements par parcelle et profondeur comme précédemment ;
- 2 extractions de la pâte saturée sur **chaque** échantillon ;
- 2 dosages du chlore sur **chaque** extrait.

L'analyse ci-dessous pour l'une des parcelles à 50 - 100 cm, est donnée à titre d'exemple :

Origine de la variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen
Entre les prélèvements	72,4120	4	B = 18,1030
Entre les extraits de pâte saturée	13,3951	5	A = 2,6790
Entre les analyses	6,1588	10	G = 0,6159
Total	91,9659	19	

Les tests F :

$$- F_1 = \frac{2,6790}{0,6159} = 4,3, \text{ significatif à } P = 0,05$$

montre que la différence est beaucoup plus grande entre deux résultats issus d'extraits différents qu'entre les résultats moyens issus d'un même extrait. En bref, la préparation de la pâte saturée et l'extraction, introduisent une variabilité non négligeable et bien supérieure au dosage chimique.

$$- F_2 = \frac{18,1030}{2,6790} = 6,8, \text{ significatif à } P = 0,05$$

montre que la variabilité du sol l'emporte de loin sur la variabilité de l'extraction et de l'analyse de laboratoire en général.

	Coefficients de variation	Ecart - type
Entre les analyses chimiques du chlore	7,8 %	0,78
Entre les extractions de pâte saturée	10 %	1,02
Entre les prélèvements	36 %	3,68

A la profondeur de 75 cm, sur notre champ d'essai, un résultat de chlore α , en moyenne, un coefficient de variation de 10 % avec un intervalle de confiance de $\pm 2,65$; par exemple :

$$8,2 < 10,85 < 13,5$$

Conclusion

La variabilité des résultats est due en premier lieu à l'hétérogénéité du sol, mais l'analyse et surtout l'extraction de la pâte saturée ne sont pas négligeables :

Ceci nous a conduit à choisir le mode de prélèvement et d'analyse suivant.

4.2 - Mode de prélèvement et d'analyse

4.2.1 - Echantillonnage dans le sol

Cinq emplacements par parcelle.

Ces emplacements sont repérés une fois pour toutes sur une surface de 1 m² environ, sur laquelle on fait trois forages :

On mélange les (3 x 5 = 15) échantillons issus d'une même profondeur. On prélève trois niveaux : 25 cm (0 - 50), 75 cm (50 - 100), 125 cm (100 - 150).

Dans la pratique, nous aurons donc :

- sur le terrain : 3 x 5 x 36 = 540 forages à 1,50 m ;
- pour le laboratoire : 3 x 36 = 108 échantillons.

4.2.2 - Analyses en laboratoire

- deux pâtes saturées par échantillons en gardant une réserve de terre pour le cas d'une extraction défectueuse ;
- deux analyses du chlore par extrait.

Pour l'ensemble de cette méthode, un résultat du chlore est donné avec un coefficient de variation de 10 %.

5 - RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE D'ÉTÉ EN 1964

5.1 - Présentation des résultats

La campagne de prélèvement a été faite selon la technique définie au paragraphe IV et après trois ans d'essais irrigation x lessivage.

Les graphiques ci-après rassemblent les résultats :

- graphique 1 : allure des profils moyens du chlore en 1964 et en 1963 ;
- graphique 2 : pour chaque profondeur et pour l'ensemble du profil, les courbes du taux de chlore (még/litre) en fonction des lessivages pour une même dose d'irrigation ;
- graphique 3 : augmentation du taux de chlore par profils moyens.

Le tableau suivant est un exemple de l'analyse de la variance faite à chaque niveau.

Origine de la variance	Somme des carrés		Degré de liberté DDL		carré moyen Q DDL		Test F		
							S ²	significativité*	
Bloc	Q _B	341138	K _B -1	3	S ² _B	113713	0,3150	4,75	
Traitement principal	Q _A	144439	K _A -1	2	S ² _A	72219	0,20	5,14	
erreur a	Q _E	2165659	(K _A -1)(K _B -1)	6	S ² _a	360943			
1er total									
Traitement secondaire interaction									
Traitement principal	Q _C	598418	K _C -1	2	S ² _C	299209	1,48	3,55	
Traitement secondaire	Q _C X A	742857	(K _A -A)(K _C -1)	4	S ² _{Ac}	185714	0,92	2,92	
erreur b	Q _{eb}	3649695	K _A (K _B -1)(K _C -1)		S ² _b	202760			
Total général	K _A K _B K _C -1								

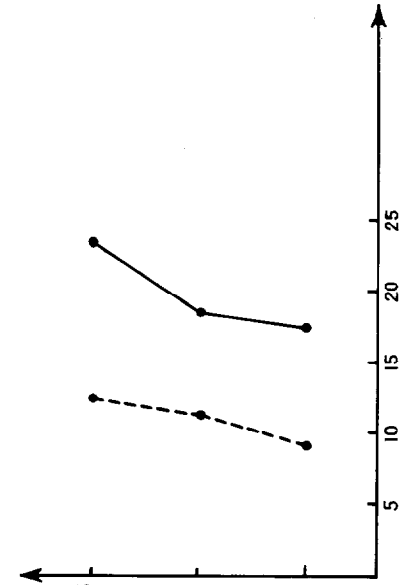
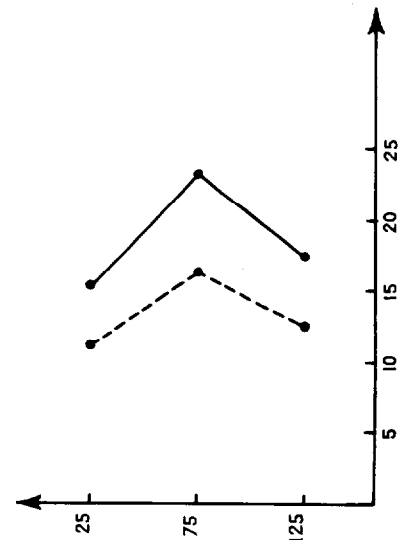
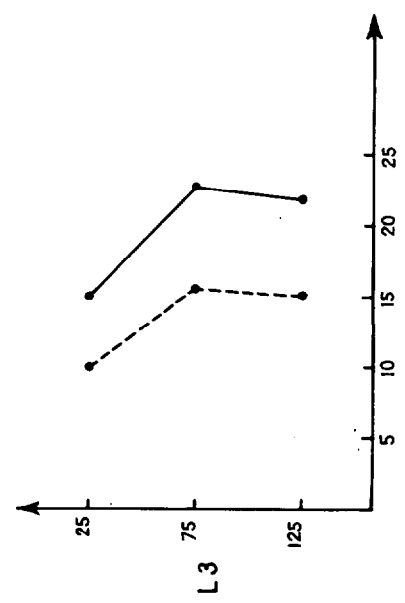
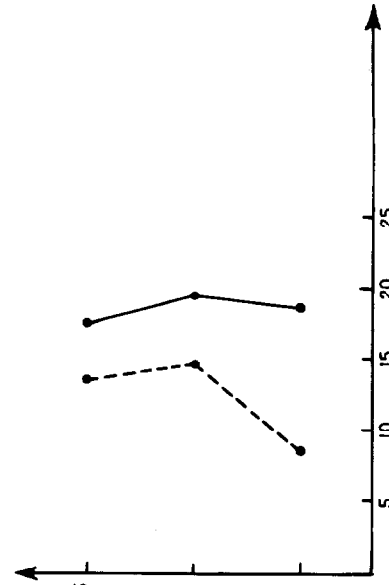
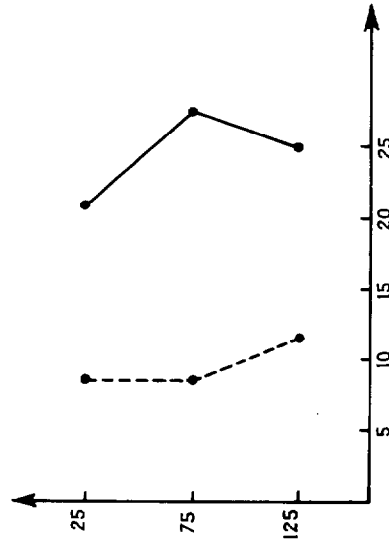
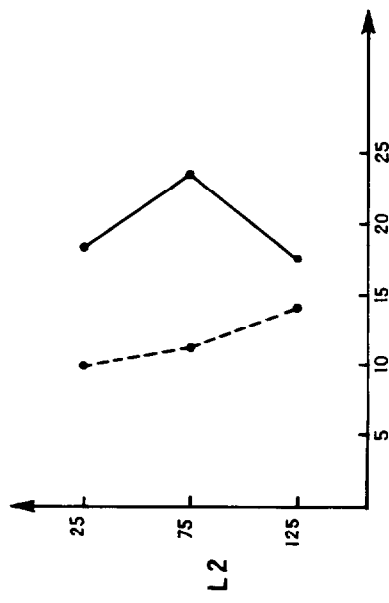
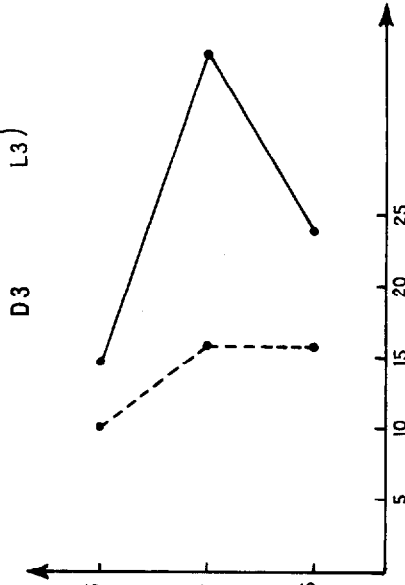
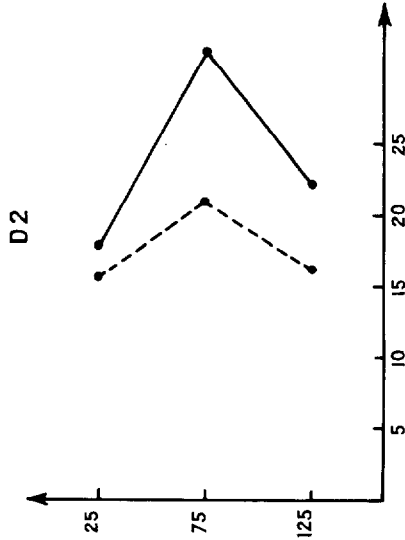
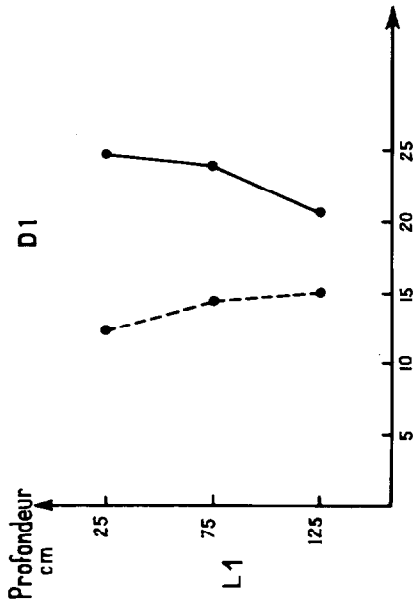
* à P = 0,05

GRAPHIQUE N°1

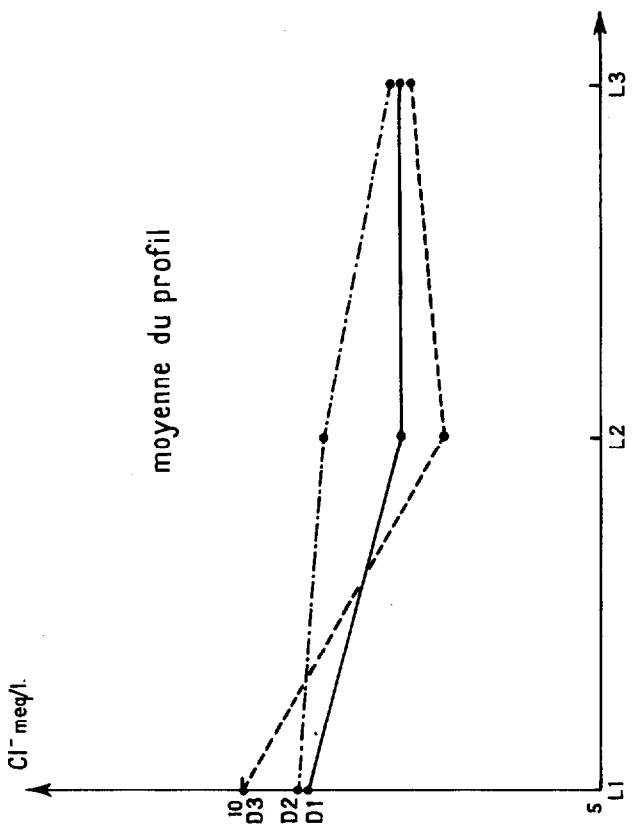
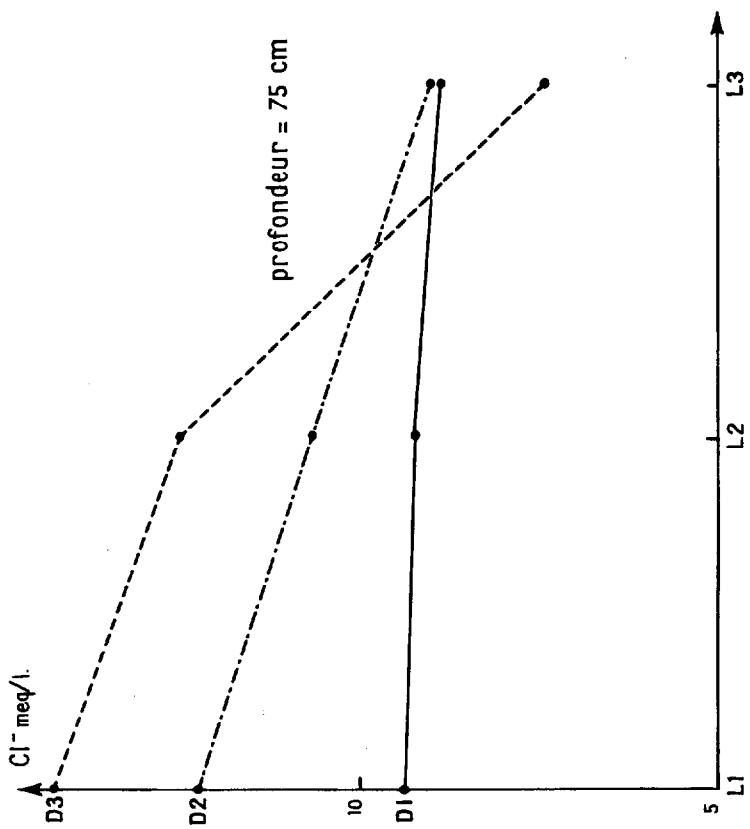
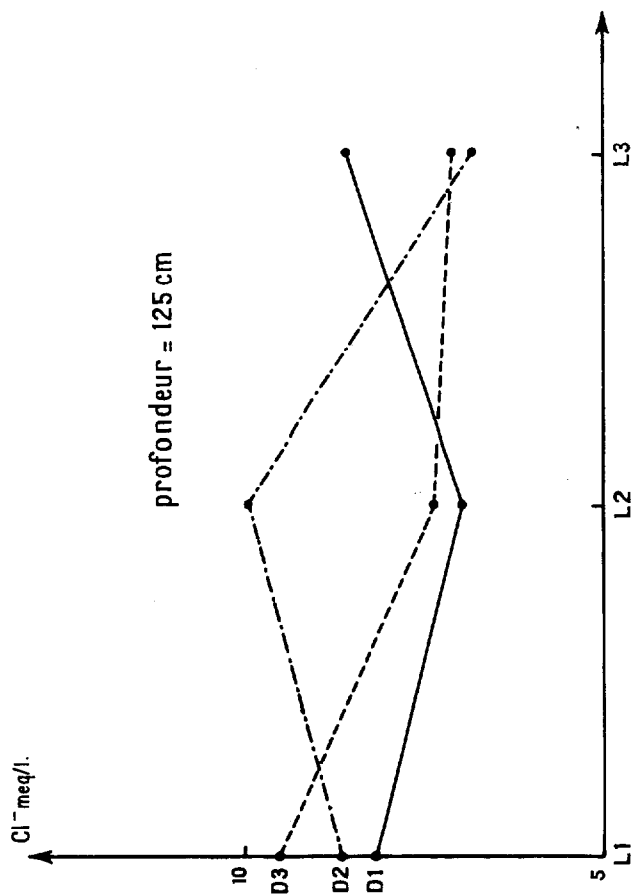
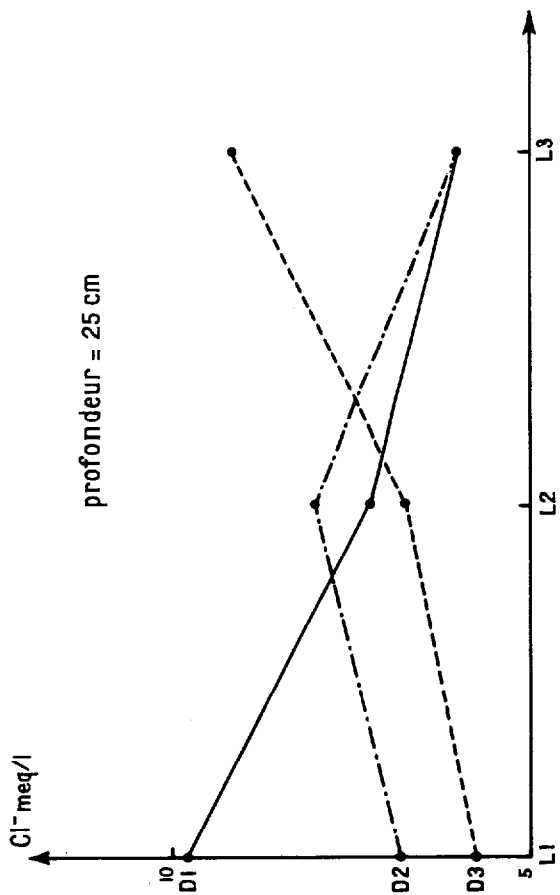
PROFILS MOYENS DU CHLORE

--- fin 1963
 — fin 1964

D1 } doses d'irrigation
 D2 }
 D3 }
 L1 } doses de lessivage
 L2 }
 L3 }

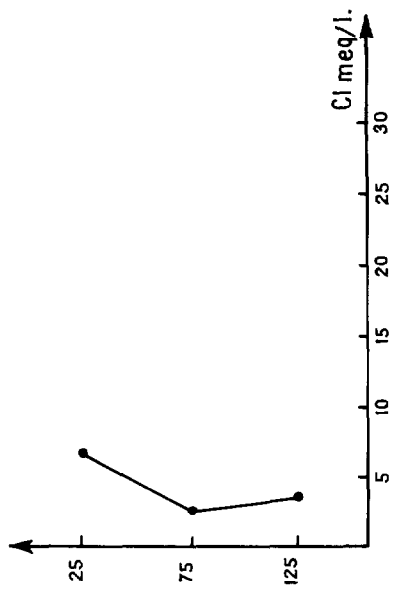
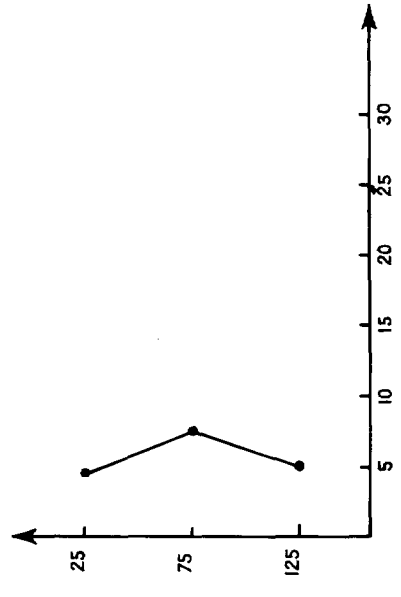
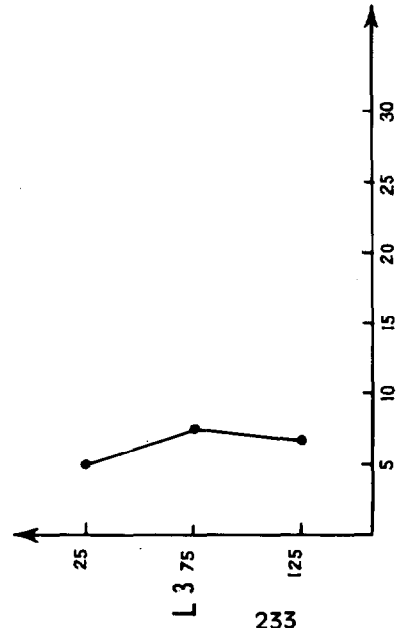
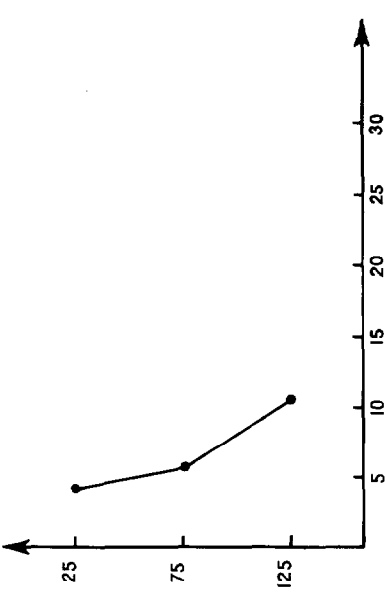
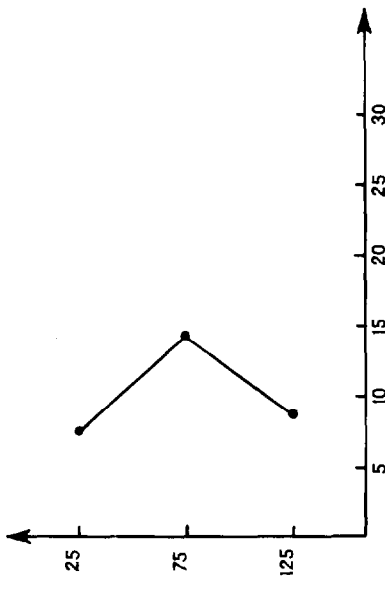
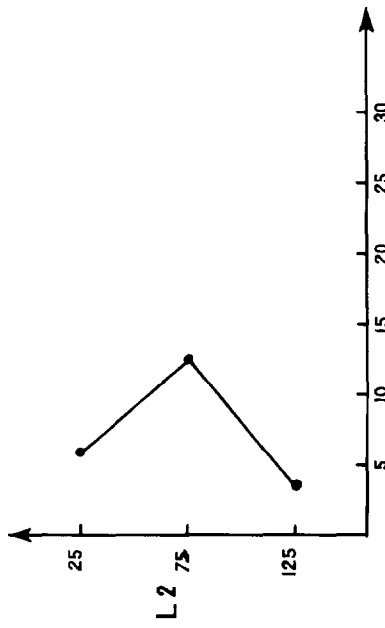
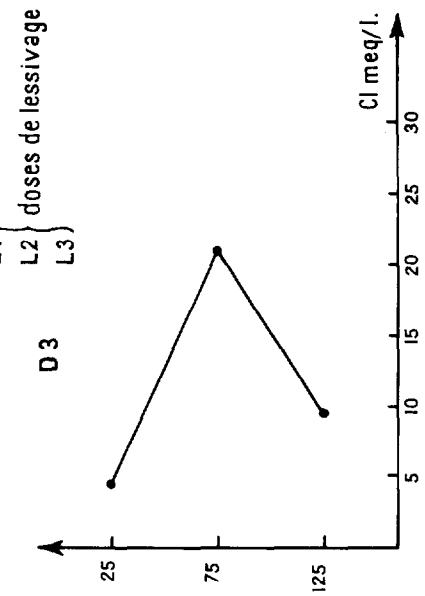
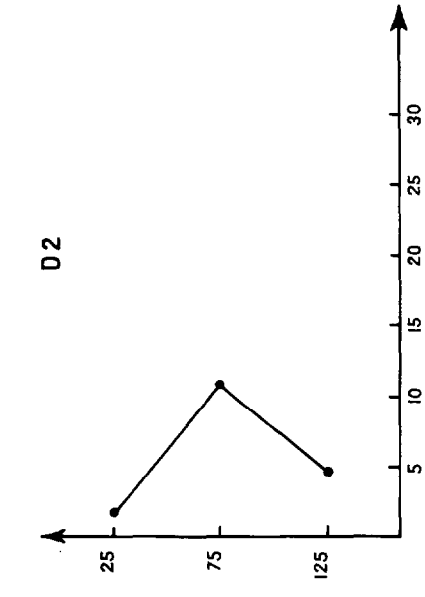
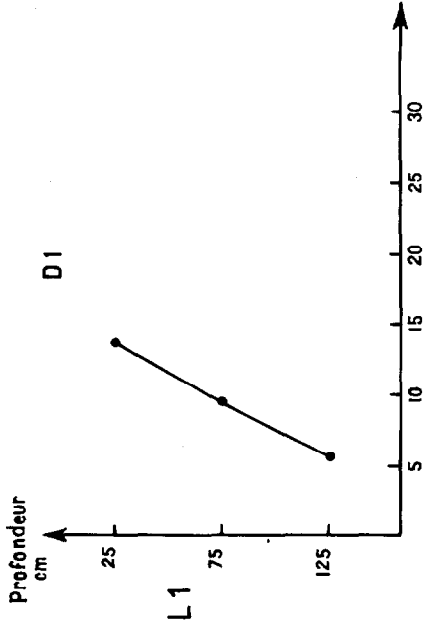


CHLORE EN MEQ/LITRE : FIN 1964
(Extrait de la pâte saturée)



AUGMENTATION DU TAUX DE CHLORE ENTRE 1963 & 1964

D1 } doses d'irrigation
D2 }
D3 }
L1 } doses de lessivage
L2 }
L3 }



5.2 - Interprétation

5.2.1 - Salure moyenne du profil (résultats moyens 0 - 150)

- Doses de lessivage L : significatif à $P = 0,05$

Traitement	L ₁	L ₂	L ₃
Cl ⁻ en méq/l	23,7	20,0	18,0

Statistiquement L₃ n'est pas différente de L₂ : l'efficacité du lessivage décroît au fur et à mesure de l'augmentation de la dose.

- Doses d'irrigation D : non significatif à $P = 0,05$.

D₃ notamment n'a pas d'action lessivante marquée, ce qui recoupe la constatation précédente : au delà d'une certaine dose, le lessivage se fait mal.

- Interaction L x D : non significative.

Certaines variantes de l'analyse statistique fondamentale donnée en 5.1 ont été essayées en partant du fait qu'on a disposé les traitements L en carré latin. Les résultats sont semblables : seuls les traitements L sont significatifs et on peut finalement considérer que les 36 résultats proviennent de trois traitements L₁, L₂, L₃ en 12 blocs. La précision de l'analyse s'améliore (33 degrés de liberté pour l'erreur) et on trouve finalement que les trois doses L sont significativement distinctes.

5.2.2 - Salure aux différents niveaux

Pour chaque niveau, la précision est moins bonne puisque les résultats sont obtenus avec trois fois moins de points.

Seule l'interaction L x D est significative au niveau 25 cm.

Tableau des interactions L x D à 25 cm

Chlore en méq/l

	D ₁	D ₂	D ₃
L ₁	24,5	17,2	14,5
L ₂	18,2	20,2	17,0
L ₃	15,0	15,0	23,0

P.P.D.S. = 7,7 au seuil $P = 0,05$.

En surface, le lessivage entre campagne (L₂ ou L₃) associé à une irrigation très inférieure à l'E.T.P. (D₁ ≠ 0,65 E.T.P.) abaisse notablement le sel par rapport à l'absence de lessivage D₁ L₁ ou l'excès de lessivage D₃ L₃.

L₂ D₁ n'est pas très supérieur à L₃ D₁. La quantité L₂ serait suffisante (soit à peu près 600 m³ au printemps et 1 000 m³ à l'automne).

La méthode préconisée par les Américains (L₁ D₃) arrive au même résultat, mais en consommant beaucoup d'eau et aux mois de pointe.

On notera qu'en ajoutant aux doses importantes D₃, des lessivages L₁ L₂ L₃, plus ceux-ci sont importants, plus il y a de chlore, effet contraire à celui cherché et dû à l'excès d'eau (engorgement) sur sols lourds.

Entre 50 et 100 cm

Seul le traitement L approche de la significativité (au seuil 0,1).

Le graphique 2, profondeur 75 cm, montre cependant que les doses importantes pendant l'irrigation (D₂ et D₃), se sont traduites dans certains cas, par un lessivage en surface (voir ci-dessus) mais aussi par une accumulation en profondeur. Les sels lessivés de la surface et surtout apportés par ces grosses doses, ne sont pas entraînés suffisamment loin.

Au contraire, avec D₁, il y a moins de chlore. On recoupe donc les résultats ci-dessus : des doses inférieures à l'E.T.P. apportent moins de sel et on pourrait l'évacuer par des lessivages entre campagnes. Des irrigations lessivantes sur cultures sont peu efficaces sur sols lourds et risquent d'avoir un effet opposé à celui recherché.

Entre 100 et 150 cm

On est très loin de toute différence significative. L'effet des traitements semble nul à cette profondeur.

5.2.3 - Comparaison 1963-1964

L'examen des graphiques 1 et 3 montre que la salure a augmenté en moyenne de 1963 à 1964.

De plus, les effets constatés par l'analyse des seuls résultats 1964 sont encore plus nets si l'on considère les différences 1964 - 1963 (graphique 3):

- accumulation des sels en surface lorsqu'il n'y a aucun lessivage (D₁ L₁ - D₂ L₂);
- lessivage plus ou moins profond selon la dose de lessivage entre cultures (L₂ - L₃);
- influence médiocre du lessivage pendant la culture (D₃ L₁);
- tendance à l'accumulation en surface des doses globales de lessivage trop fortes (D₃ L₃).

6 - CONCLUSIONS

De l'étude de l'évolution du chlore sous l'influence de différentes doses d'irrigation (D) et de lessivage (L), nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- après quatre ans d'irrigation à l'eau peu salée (1,1 g/l) sur sol lourd, argilo-limoneux, on a pu constater :

- que l'influence de la salure ne s'est toujours pas manifestée sur les rendements mêmes pour les traitements sans lessivage.

La conductivité maximum atteinte sur la moyenne de chaque combinaison des traitements L x D n'a pas dépassé 5 à 6 millimhos de l'extrait de pâte saturée. Encore s'agit-il de la conductivité obtenue sur l'horizon 50 - 100 cm. En surface, elle ne dépasse pas quatre millimhos.

D'après le laboratoire de Riverside, cette salure est encore trop faible pour causer des baisses de rendement appréciables sur les plantes de grande culture.

- que, par un mode de prélèvement précis, on peut déjà mettre en évidence les tendances évolutives différentes selon les traitements, qui se résument ainsi pour les plus importants :

1 - Irrigation avec lessivage pendant la culture :

D3 L1 : méthode préconisée en particulier aux U.S.A., consomme beaucoup d'eau et surtout aux mois de pointe.

2 - Irrigation sans aucun lessivage :

avec D1 (0,7 E.T.P.) ou D2 (0,9 E.T.P.) associé à L1 = 0 entre campagnes. Economie d'eau maximum, augmentation des surfaces irriguées quand l'eau est limitée. Mais jusqu'où ces deux gains compenseront-ils la perte de rendement due au sel et à la privation d'eau ?

3 - Irrigation sans lessivage pendant la culture, mais lessivage entre cultures :

permet d'irriguer la même surface qu'en 2-, mais utilise 1 500 à 2 000 m3 d'eau supplémentaire pour le lessivage, entre campagnes, hors des mois de pointe. Cette eau stockée dans le sol servira d'ailleurs aux plantes et n'est pas entièrement perdue.

- d'après les résultats obtenus :

La solution (1) permet un certain lessivage en surface mais l'accumulation de sel se fait à une profondeur encore dangereuse (75 cm) et ceci dans des sols imperméables, mais avec drains en poterie à l'écartement de 15 m et à 1 m de profondeur. En l'absence de nappe permanente, ces drains ne semblent jouer aucun rôle.

La solution (2) semble assez défavorable : l'accumulation de sel se fait en surface (D1 L1) ou à une certaine profondeur (D2 L1).

D3 L3, qui consomme énormément d'eau sans lessiver est à rejeter.

Les solutions (3) permettraient d'éliminer le maximum de sels, la quantité d'eau L3 étant moins efficace que la quantité L2.

Parmi ces solutions, les consommations d'eau sont bien entendu variables.

**Consommations d'eau d'irrigation D (1^{er} chiffre) et de lessivage L (2^e chiffre)
(exprimée en E.T.P.)**

	D ₁	D ₂	D ₃
L ₂	0,7 ETP + 0,2 ETP	0,9 + 0,2	1,2 + 0,2
L ₃	0,7 + 0,4	0,9 + 0,4	1,2 + 0,4

Il semble donc que, jusqu'à présent, une solution telle que D1 L2 présente les avantages :

- d'une économie d'eau en période de pointe compatible avec les besoins "économiques" des cultures, sans que leur rendement tombe (à préciser pour chaque culture particulière) ;
 - la possibilité de maintenir le sel à un niveau acceptable et sans créer d'hydromorphie.
- quatre ans seulement après la mise en route du périmètre, il n'est bien entendu pas possible de définir de manière plus précise la dose de lessivage optimum, mais les résultats obtenus concourent tous pour montrer que l'apport fréquent de doses massives sur sols lourds va à l'encontre du but recherché : le lessivage devient une cause de salure.

Il semble préférable d'apporter pendant la culture et surtout les mois de pointe, les doses correspondant à l'optimum économique (0,7 à 0,9 E.T.P.) et de lessiver deux à trois fois par an en dehors des mois de pointe par des apports fractionnés de 1 000 m3 environ ou plutôt 600 à 800 avant l'été, 1 000 à 1 400 en fin d'été.