



REPUBLIQUE TUNISIENNE
SECRETARIAT D'ETAT A L'EDUCATION NATIONALE
CENTRE DE RECHERCHES POUR L'UTILISATION DE
L'EAU SALEE EN IRRIGATION
PROJET FONDS SPECIAL DES NATIONS UNIES
LABORATOIRE DE PHYSIQUE DU SOL
KSAR GHERISS - ESTIMATION DE LA CONSOMMATION
D'EAU DE LA LUZERNE

COMBEAU (A.)

1968

K S A R G H E R I S SESTIMATION DE LA CONSOMMATION D'EAU DE LA LUZERNE

(Essai drc - 4/6 au 28/10/1968)

Les mesures effectuées en vue de déterminer les variations du stock d'eau du sol ont porté sur la période comprise entre le 4 juin et le 25 octobre 1968. Les traitements étudiés ont été T1D1 et T2D1. Sur T1D1, les irrigations ont été arrêtées après le 17 juillet 1968. Les profils hydriques ont été déterminés autant que possible au cours des 24 heures précédant chaque irrigation. Les mesures d'humidité ont été effectuées jusqu'à 220 cm de profondeur, de 10 en 10 cm jusqu'à 80 cm, de 20 en 20 cm entre 80 et 220 cm. Toutefois, après la fin des irrigations sur T1D1, il a fallu limiter parfois la profondeur de mesure à 80 cm, le sol trop sec ne permettant pas l'enfoncement de tarières. Chaque profil hydrique a été fait en 5 répétitions. Pendant la période d'étude, on a enregistré une chute de pluie de 6 mm les 11 et 12 juin, une de 10 mm le 30 septembre.

Le tableau 1 résumé le calendrier des irrigations.

TABLEAU 1

Dose d'irrigation en mm

Date	T1D1	T2D1
5/6	45	
12/6	45	45
19/6	45	
26/6	45	45
3/7	45	
10/7	45	45
17/7	45	
24/7		
31/7		45
15/8		60
28/8		60
11/9		60
Total	315	360

.../...

Les dates de prélèvement ont été les mêmes sur T1D1 et T2D1 : 4, 11, 18, 25 juin, 2, 9, 16, 23, 31 juillet, 7, 15, 20, 27 août, 4, 10, 24 septembre. En outre, des prélèvements ont été effectués sur T2D1 seulement les 10 et 25 octobre 1968.

Le tableau 2 présente les valeurs du stock d'eau total du sol (en mm) sur 220 cm d'épaisseur, chaque chiffre étant la médiane de 5 répétitions.

TABLEAU 2

Stock d'eau du sol en mm sur 220 cm de profondeur

Date	T1D1	T2D1
4/6/68	297	267
11/6	322	266
18/6	307	265
25/6	289	228
2/7	310	274
9/7	313	247
16/7	285	236
23/7	280	215
31/7	235	197
7/8	203	245
15/8	203	165
20/8	189	225
27/8	190	214
4/9		
10/9		
24/9		233
10/10		234
25/10		203

↑ Mesures arrêtées
entre 80 et 160
cm de profondeur

Pour tenter d'apporter plus de précisions dans l'évolution du stock, on a décomposé celui par tranches de profondeurs du profil : 0-60, 60-100, 100-160, 160-220. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 3.

TABLEAU 3

Stock d'eau du sol à diverses profondeurs, en mm

Mois	Juin				Juillet				Août			Septembre			Octob.			
Date	4	11	18	25	2	9	16	23	31	7	15	20	27	4	10	24	10	25
de 0 à 60 cm	167	165	160	156	166	162	157	156	146	142	141	139	142	131	132	125		
de 60 à 100	161	167	164	161	166	163	163	159	147	141	147	136	139		124			
T1D1 de 100 à 160	188	199	196	189	193	197	185	183	169	156	160	155	154					
de 160 à 220	181	191	186	184	185	191	181	181	173	164	155	159	156					
de 0 à 60 cm	169	158		141		147		145	136		130		147		147	138	145	140
+ de 60 à 100	154	154		150		153		148	146		132		148		156	150	148	143
T2D1 de 100 à 160	170	178		170		175		161	162		149		157		170	177	173	165
de 160 à 220	174	176		167		171		161	154		154		161		168	168	155	

+ Ne figurent sur ce tableau que les chiffres correspondant aux prélèvements effectués avant irrigation, et au départ et à la fin de l'expérience.

A) COMMENTAIRES DES RESULTATS SUR LES VARIATIONS DU STOCK D'EAU DU SOL

1) Pendant la période d'irrigation sur T1D1 (du 4 juin au 23 juillet), le stock total d'eau du sol avant irrigation, et calculé sur 220 cm s'est toujours maintenu entre 280 et 320 mm. Pendant la même période sur T2D1, il a toujours varié entre les valeurs 210 et 265 mm. Il y a donc un décalage constant du stock d'eau global de l'ordre de 55 à 70 mm au détriment de T2D1 pendant cette période.

2) A partir du 23 juillet, les parcelles T1D1 ne recevant plus d'eau, le stock s'abaisse rapidement dans les semaines qui suivent et atteint un minimum voisin de 190 mm dans la seconde quinzaine d'août. Pendant la même période, sur T2D1, bien que les irrigations se poursuivent, on constate également une baisse du stock d'eau total jusqu'au 15 août (165 mm). C'est seulement après cette période qu'une remontée se manifeste, sans toutefois atteindre les valeurs enregistrées au début de la période d'étude.

3) L'examen des chiffres de stock d'eau par tranches de profondeur (tableau 3) montre que la différence de stock en faveur de T1D1 dans la première partie de la période de mesure existe à toutes les profondeurs. L'appauvrissement des réserves en eau du traitement T2 affecte donc une épaisseur de sol supérieure à 220 cm.

Après l'arrêt des irrigations sur T1 (dernière irrigation le 17 juillet), la situation s'inverse progressivement, mais on observe qu'il faut attendre la 2ème quinzaine d'août pour que le stock avant irrigation du traitement T2 devienne supérieur au stock de T1, et ceci sur toutes les profondeurs étudiées.

On observe encore que l'appauvrissement du stock de T1D1 après le 17 juillet se manifeste simultanément à toutes les profondeurs étudiées.

4) L'examen des valeurs du stock global sur 220 cm fait apparaître, surtout dans le cas de T1D1 entre le 4/6 et le 16/7, l'existence d'une variation cyclique du stock entre 2 coupes consécutives de la luzerne, ce qui traduit une consommation relativement faible de la culture après la coupe, puis progressivement plus grande jusqu'à la coupe suivante.

B) CALCUL DE LA CONSOMMATION DE LA LUZERNE

Les calculs sont effectués à partir des quantités d'eau apportées et des variations du stock global du sol.

1) Consommation T1D1

a) Consommation globale des 2 coupes du 25/6 et du 20/7

7 irrigations de 45 mm	=	315 mm	
Pluie	= +	6	
Variation du stock	= +	17	
Total		338 mm	du 4/6 au 23/7/68
Consommation journalière moyenne	$\frac{338}{49}$	→	$\frac{1}{1} 6,9 \text{ mm/j } \frac{1}{1}$

b) Consommation après la fin des irrigations

- du 23/7 au 7/8

Variation du stock 77 mm

Consommation $\frac{77}{15} = 5,1 \text{ mm/jour}$

- du 7/8 au 28/8

Variation du stock 13 mm en 20 j

Consommation $\frac{13}{20} = 0,7 \text{ mm/jour}$

c) Consommation calculée sur la coupe du 25/6

Irrigation	45 x 3	=	135 mm	
Pluie			6	
Variation du stock			8	
Total			149 mm	en 21 jours
Consommation journalière	$\frac{149}{21}$	→	$\boxed{7,1 \text{ mm/jour}}$	

d) Consommation de la luzerne pour la coupe du 20/7

Irrigation	45 x 3	=	135 mm	
Variation du stock		+	4	
Total			139 mm	en 21 jours
Consommation journalière	$\frac{139}{21}$	→	$\boxed{6,6 \text{ mm/jour}}$	

e) Consommation calculée par période de 7 jours

1) 1ère semaine après la coupe

- du 4/6 au 11/6

$$45 + 6 - 25 = 26 \text{ mm en 7 jours} \longrightarrow 3,7 \text{ mm/jour}$$

- du 25/6 au 2/7

$$45 - 21 = 24 \text{ mm en 7 jours} \longrightarrow 3,4 \text{ mm/jour}$$

2) 2ème semaine après la coupe

- du 11/6 au 18/6

$$45 + 15 = 60 \text{ mm en 7 jours} \longrightarrow 8,6 \text{ mm/jour}$$

- du 2/7 au 9/7

$$45 - 3 = 42 \text{ mm en 7 jours} \longrightarrow 6,0 \text{ mm/jour}$$

3) 3ème semaine après la coupe

- du 18/6 au 25/6

$$45 + 17 = 62 \text{ mm en 7 jours} \longrightarrow 8,9 \text{ mm/jour}$$

- du 9/7 au 16/7

$$45 + 27 = 72 \text{ mm en 7 jours} \longrightarrow 10,3 \text{ mm/jour}$$

f) Conclusion sur la consommation T1D1

Il apparaît donc que la consommation d'eau de la luzerne entre le 4/6 et le 23/7 pour le traitement T1D1 s'est établie au voisinage de 7,0 mm/jour. Après la fin des irrigations, la consommation s'est fortement abaissée, d'abord à 5,0 mm/jour pendant la période d'appauvrissement du stock, puis à moins de 1 mm/jour (calculée sur 220 cm de profondeur) lorsque le stock a atteint sa valeur minimum (de l'ordre de 190 mm sur 220 cm d'épaisseur de sol). Le calcul effectué séparément sur les 2 coupes de luzerne du 25/6 et du 20/7 conduit à des résultats voisins : 7 et 6,6 mm/jour.

Aussitôt après la coupe, la consommation diminue fortement et semble se situer entre 3 et 4 mm/jour dans la 1ère semaine, alors qu'elle remonte à 6 - 9 mm/jour dans la seconde semaine, et à 9 - 10,5 mm/jour dans la semaine précédant la coupe suivante.

2) Consommation T2D1

- a) Consommation du 4/6 au 15/8 (date du début de reconstitution du stock, qui laisse supposer une baisse de consommation de la plante)

Irrigation	180 mm			
Pluie	6			
Variation du stock +	102			
	<hr/>			
	288 mm	en 72 j	→ <table border="1"><tr><td>4,0 mm/jour</td></tr></table>	4,0 mm/jour
4,0 mm/jour				

- b) Consommation du 15/8 au 25/10

Irrigation	180 mm			
Pluie	10			
Variation du stock -	38			
	<hr/>			
	152 mm	en 71 j	→ <table border="1"><tr><td>2,1 mm/jour</td></tr></table>	2,1 mm/jour
2,1 mm/jour				

- c) Consommation calculée par coupe

1) - Coupe du 26/6
du 4/6 au 25/6

Irrigation	45 mm			
Pluie	6			
Variation du stock +	39			
	<hr/>			
	90 mm	en 21 j	→ <table border="1"><tr><td>4,3 mm/jour</td></tr></table>	4,3 mm/jour
4,3 mm/jour				

2) - Coupe du 20/7
du 25/6 au 16/7

Irrigation	90 mm			
Variation du stock -	8			
	<hr/>			
	82 mm	en 21 j	→ <table border="1"><tr><td>3,9 mm/jour</td></tr></table>	3,9 mm/jour
3,9 mm/jour				

- du 25/6 au 23/7

Irrigation 90

Variation du stock +13

103 mm en 28 j →

3,7 mm/jour

Moyenne des 2 valeurs

3,8 mm/jour

d) Consommation au cours de la semaine précédant une coupe

- du 18 au 25/6

37 mm en 7 jours → 5,3 mm/jour

e) Conclusion sur la consommation de T2D1

Il apparaît donc que la consommation de la luzerne est très nettement plus faible pour le traitement T2D1 que pour T1D1 : 4,3 mm/jour pour la coupe du 26/6 (contre 7,1 mm/jour pour T1), 3,8 mm/jour pour la coupe du 20/7 (contre 6,6 mm/jour). En outre, en période de pointe, c'est à dire dans la semaine précédant la coupe, la consommation n'atteint que 5,3 mm/jour contre 9 mm dans la période correspondante sur T1.

Après la coupe du 20/7, les irrigations étant poursuivies, on observe encore entre le 24 juillet et le 15 août une période de consommation voisine de 4,1 mm/jour, mais, au delà de cette date, la luzerne montant à graine, la consommation tend à diminuer, d'où une reconstitution du stock global (2,5 mm/jour entre le 27/8 et le 10/10).

c) REPARTITION DE LA CONSOMMATION DE L'EAU EN PROFONDEUR

Pour tenter de préciser la répartition en profondeur de la consommation d'eau, on a étudié les chiffres obtenus lorsque l'on prend en compte des épaisseurs croissantes de sol. Les résultats obtenus sont exposés dans le tableau 4.

TABLEAU 4

Consommation journalière de la luzerne en mm

Traitement	Période	Épaisseur de sol prise en compte pour le calcul			
		0-60	0-100	0-160	0-220
T1D1	4/6 au 23/7	6,8	6,8	6,9	6,9
	23/7 au 7/8	1	2	3,9	5,1
	7/8 au 28/8	0	0	0,2	0,7
T2D1	4/6 au 23/7	3,4	3,5	3,7	3,9
	23/7 au 15/8	2,6	3,3	3,8	4,1
	15/8 au 28/8	3,3	2,1	1,5	1,0

On constate donc que, pour le traitement T1D1, au cours de la période d'irrigation (4/6 au 23/7), la consommation calculée sur les 60 cm supérieurs du sol est pratiquement identique à celle obtenue sur 220 cm. Par conséquent, tout se passe comme si la totalité de l'eau absorbée provenait de cette couche 0-60 cm. Par contre, pendant la période de dessèchement du 23/7 au 7/8, les chiffres obtenus augmentent avec l'épaisseur de sol prise en compte dans le calcul, ce qui montre l'importance croissante des couches profondes dans l'alimentation en eau. Lorsque le sol a atteint un stade de fort dessèchement (du 7/8 au 27/8), la consommation devient très faible, mais se localise presque totalement dans les couches très profondes du sol.

Dans le cas du traitement T2D1, les faits observés sont sensiblement différents. Au cours de la première période (4/6 au 23/7), on constate que les couches profondes participent de façon faible, mais non négligeable, à la consommation d'eau. Le processus tend à s'accuser au cours de la seconde période. Par contre, pendant la 3ème période (15/8 au 28/8), on observe un phénomène inverse : ceci signifie que, pendant cette période, il y a eu recharge du stock d'eau du sol, et que cette recharge a affecté nettement les couches 0-60 et 60-100, mais aussi les couches plus profondes.

Ces faits peuvent être confirmés par l'examen du tableau 5 qui montre pour les 3 périodes étudiées les variations journalières du stock d'eau exprimées en mm pour une tranche de sol de 60 cm d'épaisseur.

TABLEAU 5

Variation journalière du stock d'eau par tranche de profondeur
(en mm pour 60 mm d'épaisseur de sol)

Traitement	Période	Profondeur			
		0-60	60-100 +	100-160	160-220
T1D1	4/6 au 23/7	- 0,22	- 0,04 (- 0,06)	- 0,10	0
	23/7 au 7/8	- 0,93	- 0,80 (- 1,20)	- 1,80	- 1,13
	7/8 au 28/8	0	- 0,10 (- 0,15)	- 0,10	- 0,40
T2D1	4/6 au 23/7	- 0,49	- 0,12 (- 0,18)	- 0,18	- 0,27
	23/7 au 15/8	- 0,65	- 0,70 (- 1,05)	- 0,52	- 0,30
	15/8 au 28/8	+ 1,31	+ 1,23 (+ 1,84)	+ 0,62	+ 0,54

+ Entre parenthèses, les valeurs de la tranche 60-100 sont affectées du coefficient 1,5 pour être comparables aux autres profondeurs.

En conclusion de ces observations, on peut dire que lorsque l'alimentation en eau est suffisante, la luzerne n'utilise pratiquement, dans les conditions de Ksar Ghériss, que l'eau des 60 cm supérieurs du sol (T1D1, 1ère période). Si l'alimentation est insuffisante, quoique régulière, (T2D1, 1ère et 2ème période) la luzerne exploite une profondeur de sol plus importante, et qui dépasse peut-être 220 cm. Si l'alimentation en eau cesse (T1D1 2ème et 3ème période), la luzerne épuise d'abord l'eau utilisable des couches supérieures (qui ne fournissent alors plus guère que 0,5 mm/jour), puis progressivement celle des couches inférieures, et là encore à une profondeur qui peut dépasser 220 cm. Enfin en période de recharge du stock, le calcul des variations du stock effectué sur une épaisseur de sol insuffisante conduit à surestimer très sensiblement la consommation d'eau. Par conséquent, dans toutes les hypothèses autres que celle d'un apport d'eau correspondant presque exactement aux besoins de la culture, il est nécessaire d'étudier les variations du stock d'eau sur une profondeur maximum de sol, bien que l'alimentation de la luzerne s'effectue préférentiellement dans les 60 cm supérieurs du profil.

CONCLUSION

Les conclusions à tirer de cette étude sont les suivantes :

- pendant la période d'étude, la consommation d'eau de la luzerne a été en moyenne, pour T1D1, de 7 mm/jour entre 2 coupes successives, avec une consommation de pointe, dans la semaine précédant la coupe, proche de 10 mm/jour.
- pour T2D1, la consommation moyenne a été sensiblement plus faible pendant la même période (3,8 à 4,3 mm/jour), de même que la consommation de pointe (5,3 mm/jour).
- il est intéressant de noter que, pour la coupe du 26/6, la seule sur laquelle nous puissions effectuer ce calcul, le rapport des rendements en luzerne sur T2 et T1 $\left(\frac{T2}{T1} = \frac{441}{755} = 58\% \right)$ est très voisin du rapport des consommations globales sur les 2 traitements depuis la coupe précédente $\left(\frac{T2}{T1} = \frac{90}{149} = 60\% \right)$. On vérifie ainsi que, toutes choses égales d'ailleurs, la production de matière verte est proportionnelle à la consommation de la plante.

Il est apparu que la consommation d'eau de la luzerne à Ksar Ghériss s'effectue préférentiellement dans les 60 cm supérieurs du sol dans la mesure où l'alimentation en eau est suffisante ce qui semblait être le cas du traitement T1D1. La consommation affecte les niveaux plus profonds du sol lorsque les apports d'eau sont insuffisants, mais on observe alors que l'exploitation des réserves peut atteindre une grande profondeur, et en particulier excéder 220 cm, ce qui nécessite d'exécuter les bilans sur une épaisseur de sol importante.

- si l'on admet que le traitement T1D1 correspond à un optimum de consommation de la luzerne, on peut comparer les chiffres obtenus à Ksar Ghériss à ceux des autres stations pendant la même période.

		Consommation journalière	Traitement	Dose d'irri- gation jour- nalière moy- enne
Ksar Ghériss	7/6 - 23/7	7,0	T1D1	6,6
Nakta	7/6 - 20/7	6,5	T1D2	6,4
Cherfech	14/6 - 24/8	6,4	D2	8,6

Les consommations journalières de la luzerne en juin et juillet ne paraissent donc pas très différentes dans les 3 stations. Il faut toutefois remarquer que les besoins de pointe seraient un peu plus forts à Ksar Ghériss qu'à Cherfech (10 mm contre 8 - 9 mm).

Figure 1

MSAR GHERISS-Essai d'fc-Luzerne

Evolution du stock d'eau du sol en mm

du 4-6 au 25-10-68

