

DÉTERMINATION DES BESOINS EN EAU D'UNE CULTURE DE LUZERNE DESTINÉE A LA PRODUCTION DE GRAINE

INTRODUCTION

LA PRODUCTION DE GRAINES DE LUZERNE EST RESTEE TRES LONGTEMPS TRIBUTAIRE D'UNE TECHNIQUE PEU EVOLUEE. LE PLUS SOUVENT, IL S'AGISSAIT D'AILLEURS DE récoltes obtenues sur des surfaces cultivées pour la production de fourrage et occasionnellement laissées à fructification. Dans ces conditions, les rendements obtenus étaient extrêmement variables.

Malgré l'application de techniques visant à améliorer et à régulariser la production, celle-ci reste très fluctuante sans que les causes en soient toujours expliquées et vérifiées : une mauvaise pollinisation, des dégâts dus aux nombreux ravageurs, peuvent provoquer des baisses de production.

En ce qui concerne l'alimentation en eau, le rapport de « causes à effets » ne semblait pas avoir été formellement établi, notamment pour les cultures installées et laissées à fructification dès leur première pousse.

L'expérimentation réalisée au cours des années 1968 et 1969 par l'Institut Technique des Céréales et des Fourrages (I.T.C.F.) a pour but de comparer la production en graine d'une culture constamment bien alimentée en eau à celle de cultures ayant une alimentation restrictive, soit en quantité, soit au cours de certaines phases végétatives.

L'alimentation permanente en eau n'est pas forcément souhaitable pour obtenir les meilleurs résultats techniques. D'autre part, diverses raisons peuvent faire préférer une alimentation restrictive, notamment pour optimiser la rentabilité des apports d'eau ou tenir compte des disponibilités.

MATERIEL ET METHODES EXPERIMENTALES

1) Conditions générales de l'expérimentation.

1) Localisation.

Ces essais ont été réalisés à Gréoux-les-Bains (Basses-Alpes) dans la basse vallée du Verdon.

Le sol, composé d'alluvions récentes du Verdon, a une profondeur moyenne de 1 m et repose sur une épaisse couche constituée surtout de galets de fortes dimensions, de gravier et de sable grossier. La nappe phréatique est à environ 6 m de profondeur en hiver.

La pluviométrie moyenne annuelle est de 500 à 600 mm, répartie surtout en automne et au printemps. Le déficit hydrique est toujours supérieur à 500 mm par an ; il est de 1.000 mm certaines années. Cette situation est modérément ventée.

La vallée, de 8 km de longueur et 2 à 3 km de large, adjacente à celle de la Durance et bordée de vastes zones de garrigues, est favorable à l'intervention des insectes pollinisateurs.

2) La culture.

La luzerne Europe a été semée en avril 1967, à la dose de 4 kg/ha, en lignes écartées de 70 cm. Les plantes adventices ont été éliminées par un traitement au néburon et par des binages mécaniques et manuels.

Au cours de l'année d'implantation, toute la culture a reçu des irrigations par aspersion correspondant à 80 % des consommations obtenues sur cases évapotranspirométriques. La récolte, réalisée le 14 septembre, a fourni 400 kg/ha de semence. Les repousses ont été fauchées après une première gelée.

La fumure de fond, à l'implantation et chaque année, a été de 400 kg/ha d'acide phosphorique et 600 kg/ha de potasse. Un apport de pentaborate de soude a été pulvérisé avant la floraison en 1968 et 1969, année de l'expérimentation.

2) Mesure des consommations d'eau.

1) Mesure de l'évapotranspiration réelle maximum (E.T.R.M.).

Le climat conditionne les besoins en eau des cultures et l'évapotranspiration d'un couvert végétatif ne peut être maximum qu'en situation de bonne alimentation en eau. La référence E.T.R.M. est obtenue à partir d'une culture constamment bien alimentée en eau, dont l'évapotranspiration réelle (E.T.R.) ne subit pas de contraintes autres que celles inhérentes à la nature du végétal : influence du développement, vieillissement...

La luzerne est installée sur une case évapotranspirométrique (figure 1) recevant chaque semaine une quantité d'eau supérieure aux possibilités d'utilisation par la plante. L'excédent est récupéré et mesuré pour connaître l'E.T.R.M. Cette luzerne représente le témoin bien alimenté en eau qui permet ensuite de régler les différentes doses d'apport d'eau.

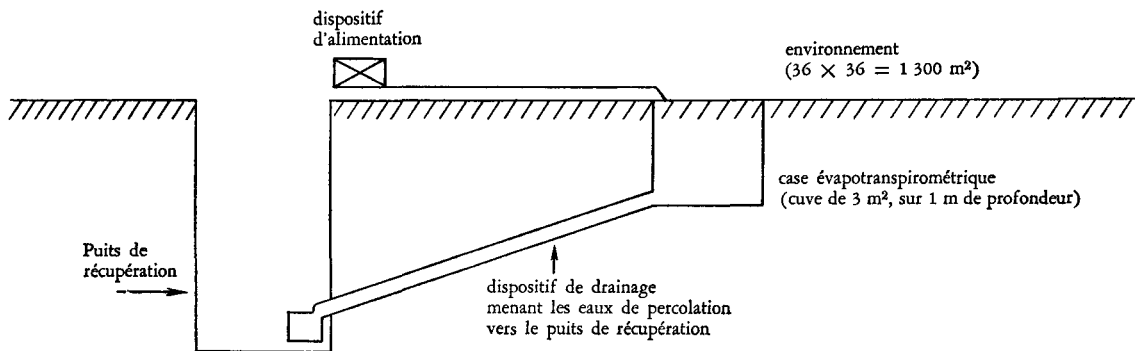


FIGURE 1

SCHEMA D'UNE CASE EVAPOTRANSPIROMETRIQUE

Sur la case, l'eau est apportée à distance à l'aide de tubes P.V.C. permettant, avec 120 points de répartition, d'avoir un jet tous les 4 dm². Sur l'environnement de 1.300 m², l'eau est apportée à distance par des tuyaux P.V.C. équipés de buses.

2) *Relation E.T.R.M. et évapotranspiration potentielle (E.T.P.).*

La transposition des résultats acquis est envisageable par le moyen pratique de la détermination des conditions climatiques, selon les méthodes définies par les formules simplifiées en enregistrant les données climatiques utiles dans des conditions adéquates (type d'abri, méthode d'exécution).

Cette relation reste sujette à une part importante d'erreurs chaque fois que la formule simplifiée utilisée présente un caractère d'inadaptation aux conditions météorologiques en cause.

Les études réalisées par les services de bioclimatologie et de météorologie visent à mettre au point des formules simplifiées et adaptées pour différentes régions où l'irrigation est une pratique courante.

La relation entre l'E.T.R.M. et l'E.T.P. doit fournir un coefficient variable dans le temps en fonction seulement de l'état de la culture. En l'absence de cette certitude, il est indispensable, pour pouvoir transposer les connaissances acquises, de se référer à une mesure bioclimatique provenant d'une case évapotranspirométrique ; c'est encore beaucoup plus impératif lorsqu'il s'agit de définir les conditions de réalisation d'une expérimentation.

3) *Contrôle de la contribution des réserves du sol.*

Un contrat avec le Centre d'Etudes Nucléaires de Cadarache permet l'utilisation d'un humidimètre à neutrons dans le but de :

- vérifier les valeurs d'E.T.R.M. fournies par la case évapotranspirométrique,
- contrôler la contribution des réserves du sol pour les traitements restrictifs,
- caractériser les conditions d'alimentation des principaux traitements.

L'observation des profils hydriques obtenus par la sonde à neutrons a montré que, chaque année, les indications de la case évapotranspirométrique n'ont pas entraîné de surestimation ou de sous-estimation des besoins de la culture. Les résultats obtenus avec cette sonde ne seront pas présentés explicitement dans cet exposé, mais il en est tenu compte pour les observations sur les niveaux de restriction.

3) Méthodes expérimentales.

1) Traitements.

a) Une première étude compare des réalimentations plus ou moins intenses et fréquentes des réserves du sol, sans tenir compte des phases de végétation :

1 = réalimentation à 100 %	} des valeurs fournies par la case évapotranspirométrique.
8 = réalimentation à 80 %	
6 = réalimentation à 60 %	
0 = sans apport d'eau	

Pour les traitements 8 et 6, la dose d'eau est identique à celle du traitement 1, mais la fréquence des apports est variable.

b) Une deuxième étude compare la réalimentation à 100 % de l'E.T.R.M. pendant certaines phases, de manière à juger de la période la plus sensible à la restriction.

Trois phases végétatives sont retenues :

Première phase : du départ de la végétation jusqu'à l'apparition des toutes premières fleurs (période indicative : du 15 mars au 15 mai) ;

Deuxième phase : phase de floraison, qui débute à l'apparition des premières fleurs et se termine à la fin floraison des premières ramifications de la tige principale (période indicative : 15 mai à première semaine de juillet) ;

Troisième phase : considérée comme étant « après floraison » bien que celle-ci se poursuive sur les ramifications tertiaires, et parfois sur des repousses.

Les irrigations sont arrêtées lorsque 50 % des gousses sur les premières ramifications ont changé de couleur (période indicative : fin juillet à début août).

L'ensemble des traitements comparés dans cette expérimentation peut se résumer ainsi :

Code traitements	Témoin	Etude dose			Etude phase					
	111	888	666	000	110	101	100	011	010	001
1 ^{re} phase	1	8	6	0	1	1	1	0	0	0
2 ^e phase	1	8	6	0	1	0	0	1	1	0
3 ^e phase	1	8	6	0	0	1	0	1	0	1

2) Dispositifs et matériels.

Le dispositif expérimental est un factoriel à quatre répétitions.

Chaque parcelle élémentaire comprend onze lignes à 70 cm sur 6 m de longueur, soit 46,2 m². Au bout de la parcelle, une ligne transversale permet d'éliminer l'effet de bordure. La récolte de graine est prélevée sur les sept lignes centrales, soit 29,4 m².

Les apports d'eau sont réalisés à l'aide de cadres posés au sol, dont le débit est mesuré avec un compteur du type volumétrique. Ce matériel répartit l'eau avec un point de pulvérisation tous les 70 dm².

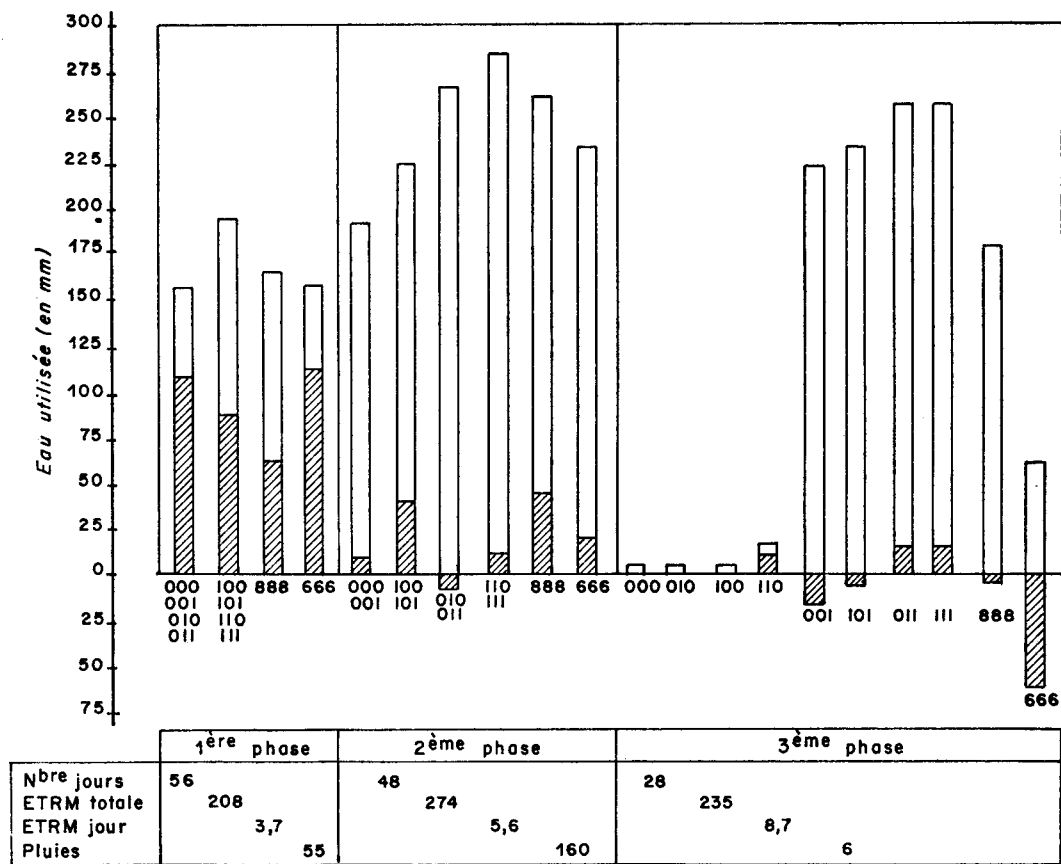
LES RESULTATS

1) Conditions et résultats de l'année 1968.

1) Situation des réserves du sol en début d'expérimentation.

Ces réserves n'ont pu être mesurées qu'au moyen de prélèvements de sol, car l'humidimètre à neutrons a été utilisé seulement à partir du mois de mai.

En mars, l'humidité totale n'atteignait que 81 % de la capacité de rétention (C.R.) sur une épaisseur ne dépassant pas 60 cm. Les horizons plus profonds n'étaient pas réalimentés par les accumulations hivernales et se trouvaient à moins de 50 % de la C.R.



□ Pluies ou irrigations.
 ▨ Contribution du sol : { lorsque la partie hachurée est inférieure au trait de base, une partie de l'eau d'irrigation ou de pluie a réalimenté les réserves du sol.

Figure 2
1968 : Bilan hydrique

La sonde à neutrons a ensuite permis de préciser que la valeur de la C.R. avait été surestimée et que, de ce fait, la première irrigation avait été déclenchée avec un retard certain qui a dû provoquer une souffrance momentanée au cours de la première phase.

2) *Conditions hydriques pendant chaque phase* (fig. 2).

a) *Première phase* (20 mars-15 mai) :

— E.T.R.M. : les valeurs d'E.T.R.M. de 2 mm/jour à fin mars ont rapidement atteint 4 mm, puis 5 mm/jour au mois d'avril.

La consommation moyenne journalière de cette période est de 3,7 mm/jour cumulant une E.T.R.M. de 208 mm pour huit semaines, alors que le total des pluies pour cette période a été de 55 mm.

La contribution du sol a été importante, mais ses possibilités ont été surestimées, d'où probablement un manque d'eau sur les traitements les plus réapprovisionnés (111, 110, 100, 101) pendant presque une semaine : période du 18 au 26 avril pendant laquelle la culture avait 70 cm de hauteur et se trouvait à trois semaines du début floraison.

— *Caractérisation des restrictions obtenues :*

<i>Traitement</i>	<i>Niveau global de restriction en % de E.T.R.M.</i>	<i>Période pendant laquelle cette restriction a eu lieu</i>
111-110-100-101	Légère par suite indétermination C.R. (ordre de 5 %)	18-26/4, 3 semaines avant floraison.
011-101-001-000	15 à 20 %	Progressivement à partir du 18/4.
888	10 %	Du 18/4 au 3/5.
666	15 à 20 %	Progressivement à partir du 18/4.

b) *Deuxième phase* (16 mai-3 juillet) :

— E.T.R.M. : alors qu'en début de cette période les valeurs de consommation journalières atteignaient 5,5 mm/jour, un fort fléchissement s'est fait sentir en deuxième et troisième semaines (valeur de 3 à 4 mm/jour du 23 mai

au 5 juin, période pendant laquelle les pluies ont été très fréquentes). Au cours des trois dernières semaines de juin, les conditions se sont nettement améliorées et les E.T.R.M. ont atteint des valeurs de 6, puis 8 mm/jour.

La consommation journalière de cette phase est en moyenne de 5,6 mm/jour totalisant une E.T.R.M. de 274 mm. Pendant la même période, ils y a eu 160 mm de pluie.

— *Caractérisation des restrictions obtenues.*

<i>Traitement</i>	<i>Niveau global de restriction en % de E.T.R.M.</i>	<i>Période pendant laquelle cette restriction a eu lieu</i>
010-011	Consommation très légèrement moindre	Pendant redémarrage 8 jours après changement de régime.
100-101	Presque 20 %	Peu à pas de souffrance jusqu'au 20/6 par suite des reliquats et des pluies.
001-000	Environ 30 %	Pas de souffrance entre le 16/5 et le 20/6 par suite des pluies.
888	5 à 10 %	Du 20 au 28 juin.
666	15 %	Seulement en fin de phase.

c) *Troisième phase (4 juillet-1^{er} août) :*

— E.T.R.M. : les valeurs d'E.T.R.M. deviennent extrêmement importantes ; elles sont en moyenne, pendant cette période, de 8,7 mm/jour.

L'E.T.R. des traitements non restrictifs atteint 244 mm. Pendant la même période il n'y a eu que 6 mm de pluie.

Les traitements très restrictifs se sont rapidement desséchés et les conséquences sur le rendement ont été très néfastes.

— Caractérisation des restrictions obtenues :

Traitement	Niveau global de restriction en % de E.T.R.M.	Période pendant laquelle cette restriction a eu lieu
011	0	Pas de souffrance.
101	E.T.R. légèrement plus faible	Redémarrage seulement après quelques jours.
001	E.T.R. inférieure de 10 %	Volume de végétation nettement plus faible et redémarrage progressif.
110	de 80 %	Souffrance rapide après épuisement des reliquats (dès la 1 ^{re} semaine).
010-100-000	de 95 %	Dessèchement fin de 1 ^{re} semaine.
888	de 25 à 30 %	Souffrance du 4 au 8-7 et du 14 au 18-7.
666	de 60 à 70 %	Souffrance du 4 au 12-7.

3) Rendement en graine (q/ha).

a) Analyse statistique globale de tous les traitements :

c.v. : 16,3 % p.p.d.s. (P = 0,05) : 1,61 q/ha

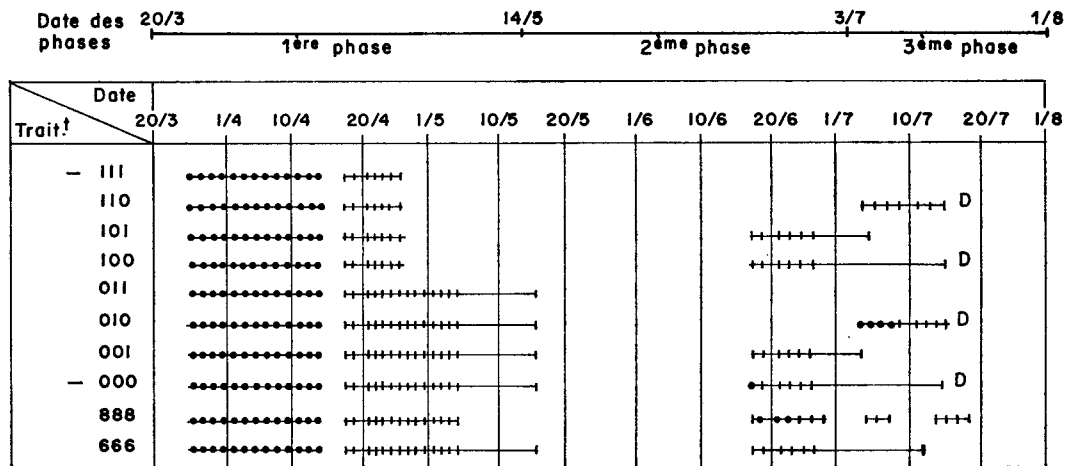
Traitement théorique	888	011	101	111	001	666	010	000	110	100
Grain en q/ha	9,49	8,35	7,78	7,64	6,58	6,31	5,85	5,44	5,21	5,14

b) Etude par phase de l'effet des restrictions :

Phase	Comparaison effectuée	Rendement respectif en q/ha	Différence en q/ha	Tendance en % du plus alimenté	
				Diminution	Augmentation
1 ^{re}	011/111	8,35/7,64	+ 0,71	15 %	9 %
	010/110	5,85/5,21	+ 0,64		12 %
	010/101	6,58/7,78	— 1,20		6 %
	000/100	5,44/5,14	+ 0,30		
2 ^e	101/111	7,78/7,64	+ 0,14	7 %	2 %
	100/110	5,14/5,21	— 0,07		
	001/011	6,58/8,35	— 1,77		1 %
	000/010	5,44/5,85	— 0,41		21 %
3 ^e	110/111	5,21/7,64	— 2,43	17 %	
	100/101	5,14/7,78	— 2,64		
	010/011	5,85/8,35	— 2,50		
	000/001	5,44/6,58	— 1,14		

La figure 3 schématise les périodes pendant lesquelles la culture s'est trouvée en conditions d'alimentation restrictive selon les différents traitements. Il apparaît une répartition très variable selon les régimes expérimentaux. Il faut noter une possibilité de restriction entre première et troisième phase, alors qu'en deuxième phase l'effet n'a pu être obtenu qu'au cours des dernières semaines par suite des pluies fin mai et début juin.

Figure 3
Caractérisation des restrictions en 1968



- Blanc PERIODE pendant laquelle les pluies ou les irrigations couvrent les besoins ou lorsque les réserves du sol sont > 80 % de la C.R. (pendant plus de 3 jours).
- PERIODE RESTRICTIVE pendant laquelle la contribution des réserves du sol a pu être importante.
- +++++ PERIODE RESTRICTIVE : faible contribution des réserves du sol et pluies de moins de 10 % des besoins de la semaine.
- PERIODE TRES RESTRICTIVE : peu ou pas de contribution des réserves du sol, et pas de pluies.
- D DESSECHEMENT DES PLANTES.

Résultats de l'analyse statistique.

Effet de restriction en :

1 ^{re} phase	N.S. (+ 0,11 q/ha)
2 ^e phase	N.S. (— 0,53 q/ha)
3 ^e phase	H.S. (— 2,18 q/ha)
Interaction	N.S.
c.v.	18,2 %

4) *Commentaires sur les résultats obtenus en 1968 :*

Malgré un coefficient de variation (c.v.) élevé, ce qui est très fréquent en expérimentation sur les productions de luzerne graine, il est cependant possible de conclure :

Etude de la phase de sensibilité à la restriction :

- en première phase : la restriction importante n'a pas eu d'effet néfaste sur les résultats ;
- en deuxième phase : la restriction n'a pu être obtenue que tardivement en raison des pluies intempestives, ce qui ne permet pas de conclure pour cette période ;
- en troisième phase : la restriction obtenue a été considérable et brutale, ce qui a provoqué des diminutions spectaculaires de production.

Etude du niveau d'alimentation :

- le traitement 888, fréquemment restrictif mais sur de courtes séquences, est celui qui a apporté les meilleurs résultats. Le développement végétatif des plantes de ce traitement était moins important, la verse a été réduite et les repousses n'ont eu que peu de développement ;
- le traitement 111, comme tous les traitements non restrictifs en première phase, a eu un développement végétatif considérable qui s'est accompagné de verse dès le début de la floraison avec apparition de repousses importantes jusqu'à la récolte ;
- le traitement 666 s'assimile presque à un traitement portant sur l'étude des phases avec deux longues périodes de restrictions : la première avant floraison, l'autre en fin de deuxième phase et au début de la troisième. Celle-ci a eu un effet grave malgré une forte alimentation en fin de cycle.

Il faut remarquer que chaque restriction trop prolongée provoque un effet irréversible, surtout lorsque le stade de végétation est avancé ; c'est le cas pour le traitement 666 mais aussi pour le 001. En effet, les comparaisons 001/101 et 001/011 donnent respectivement une tendance de diminution des rendements de 15 et 21 % pour le traitement restrictif.

Ainsi, même si l'irrigation de première phase est globalement inutile, les reliquats qu'elle procure pour la suite peuvent avoir des effets appréciables dans certaines conditions (101/001). Egalement, même si l'effet bénéfique de l'alimentation en deuxième phase n'apparaît pas significativement, il semble avoir été efficace dans le cas d'une bonne alimentation en eau en troisième phase (comparaison 011/001).

Il faut aussi rappeler que l'observation des évolutions de l'humidité du sol a nettement montré que les plantes bien alimentées en première phase avaient des exigences en eau plus importantes et qu'ainsi la restriction se faisait plus rapidement et plus sévèrement sentir par la suite.

2) Conditions et résultats de l'année 1969.

1) Situation des réserves du sol en début d'expérimentation :

En 1969, l'humidimètre à neutrons a été utilisé dès le début de l'année. Par suite des pluies exceptionnellement abondantes à l'automne et en hiver, l'état des réserves se trouvait voisin de la capacité de rétention (C.R.) dès la fin février et, par suite des précipitations, s'y est maintenu jusqu'au début de l'expérimentation : le 20 mars. Le 4 avril, la situation hydrique était encore de 96 % de la C.R.

2) Conditions hydriques pendant chaque phase (fig. 4) :

a) 1^{re} phase (20 mars-23 mai) :

— E.T.R.M. : les valeurs d'E.T.R.M., de 2,5 mm/jour à fin mars, passent progressivement à 4 mm/jour en avril et, compte tenu des pluies fréquentes, se stabilisent à ce niveau jusqu'au 25 mai ; à la fin mai, elles atteignent 6 mm/jour.

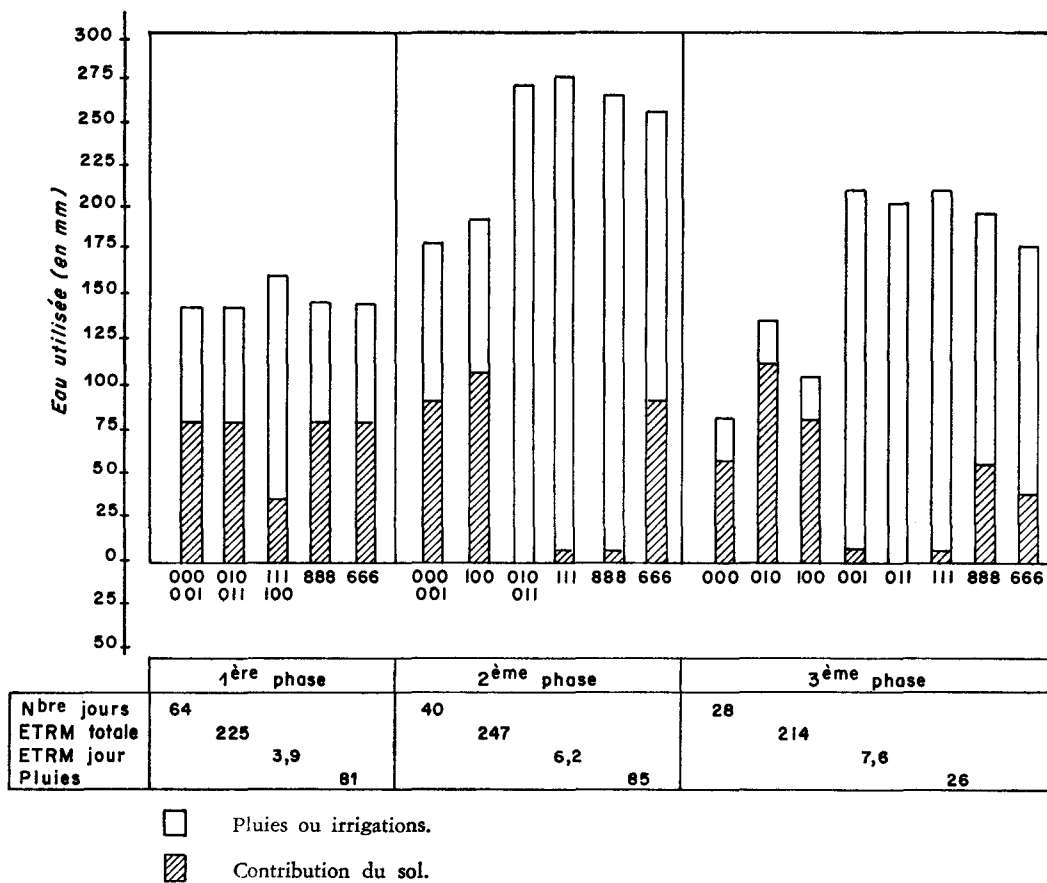


Figure 4

1969 : Bilan hydrique

La consommation moyenne journalière de cette période est de 3,9 mm/jour cumulant une E.T.R.M. de 255 mm en plus de neuf semaines : pendant la même période, il y a eu 81 mm de pluie.

La contribution des réserves du sol a été considérable, d'autant que les pluies importantes sont survenues au moment où la restriction aurait pu se produire. Une irrigation a d'ailleurs été faite sur les traitements non restrictifs cinq jours seulement avant de fortes précipitations qui ont satisfait les besoins de tous les traitements.

Ces pluies ont été violentes et ont provoqué une verse grave sur tous les traitements, mais particulièrement accusée sur les parcelles irriguées (traitements 111 et 100).

Caractérisation des restrictions obtenues :

<i>Traitement</i>	<i>Niveau global de restriction en % de E.T.R.M.</i>	<i>Période pendant laquelle cette restriction a eu lieu</i>
011-100*	Pas de restriction	
011-010 001-000 888-666	Inférieure à 10 %	Du 26 au 30/4 et du 15 au 23/5.

(*) Les traitements 110 et 101 ont été abandonnés en 1969 pour permettre une substitution pour des études complémentaires. Les résultats de 1968 montrant le peu d'intérêt de l'irrigation en première phase ont motivé ce choix. L'effet de première phase reste étudié en 1969 par la comparaison des traitements 110-011 et 100-000.

b) *Deuxième phase* (24 mai-3 juillet) :

— E.T.R.M. : les E.T.R.M. de cette période se sont très régulièrement maintenues à la valeur moyenne journalière de 6 mm. La moyenne des quarante jours est de 6,2 mm totalisant ainsi une consommation de 247 mm. Les pluies de cette période sont de 85 mm : en raison de leur fréquence en pleine période de floraison, elles ont été très défavorables à la pollinisation.

La verse signalée en première phase s'est accentuée à la fin juin par suite d'orages violents (19 et 25 juin). Le développement des repousses était particulièrement important sur les traitements les plus alimentés.

Caractérisation des restrictions obtenues :

<i>Traitement</i>	<i>Niveau global de restriction en % de E.T.R.M.</i>	<i>Période pendant laquelle cette restriction a eu lieu</i>
111-011-010	Pas de restriction mais consommation un peu plus faible sur le traitement restrictif en 1 ^{re} phase	
100	de 25 à 30 %	Surtout du 1 au 12/6 et du 28/6 au 2/7, et par intermittence du 16 au 22/6.
001-000	30 à 35 %	Du 23/5 au 12/6, par intermittence du 16 au 22 et 28/6 au 2/7.
888	Très faible par suite de la contribution du sol	Par faible intermittence du 2 au 4/6 et du 20 au 23/6.
666	Environ 15 %	Du 23/5 au 3/6, par intermittence du 16 au 22 et du 28/6 au 2/7.

c) Troisième phase (3 juillet-30 juillet) :

— E.T.R.M. : les conditions climatiques ont permis des consommations atteignant un maximum légèrement supérieur à 9 mm/jour au cours de la deuxième semaine. La moyenne de cette période est seulement de 7,6 mm/jour, totalisant 214 mm de consommation en quatre semaines. Pendant la même période, il y a eu 26 mm de pluie.

Une attaque de *Laspeyresia medicaginis* a été constatée et concernait surtout les dernières fructifications. En raison de l'épuisement des réserves hydriques, la maturité des traitements 000 et 100 s'est produite beaucoup plus tôt (vers le 20 juillet) et, de ce fait, ces traitements n'ont pas eu à subir le préjudice du parasitisme qui a détruit environ 20 % des dernières fructifications formées sur les autres traitements.

Caractérisation des restrictions obtenues :

<i>Traitement</i>	<i>Niveau global de restriction en % de E.T.R.M.</i>	<i>Période pendant laquelle cette restriction a eu lieu</i>
111-011-001	Pas de restriction, consommation moindre sur 001	
010	35 %	Progressivement du 10 au 30/7 avec quelques interruptions.
100-000	Presque 50 %	Progressivement pendant toute la phase avec intermittence du 7 au 10/7 (dessèchement le 20/7).
888	Au moins 10 %	Du 10 au 15/7.
666	Environ 10 %	Du 3 au 12/7.

La figure 5, qui schématise les périodes pendant lesquelles les différentes cultures se sont trouvées en conditions d'alimentation restrictive, montre que celles-ci ont été très différentes de 1968, essentiellement à cause :

- d'un sol fortement réalimenté en début d'année ainsi que de pluies importantes en première phase qui ont empêché toute possibilité de restriction nette pendant cette phase ;
- des conditions de deuxième phase, relativement moins pluvieuse, mais pour lesquelles les réserves importantes du sol ont encore pu très largement contribuer ;
- des conditions d'E.T.R. nettement moins importantes en troisième phase qui ont également permis une meilleure utilisation des dernières réserves.

3) *Rendement en graine (en q/ha) :*

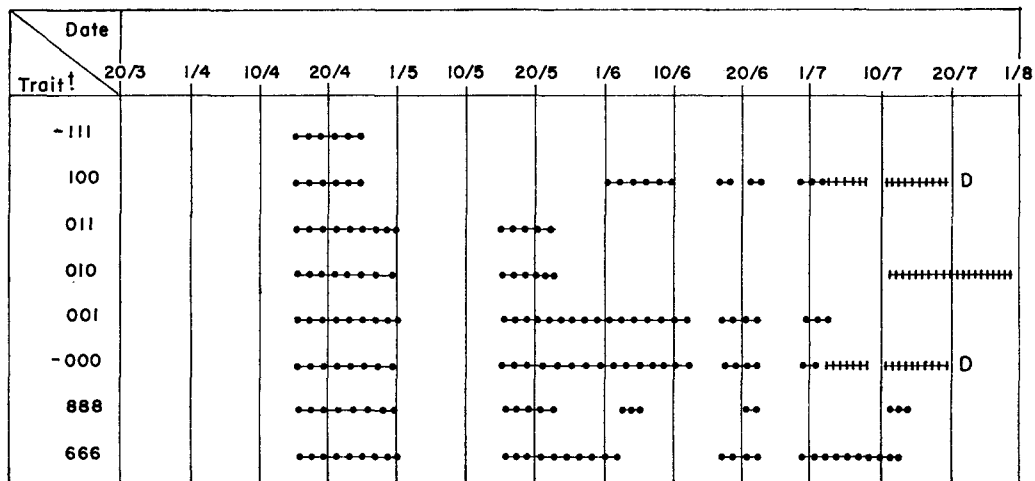
a) *Analyse statistique globale de tous les traitements :*

c.v. : 21,2 % p.p.d.s. (P = 0,10) : 1,11 q/ha

<i>Traitement théorique</i>	888	011	001	666	000	010	100	111
Grain en q/ha	5,59	4,83	4,24	4,20	4,06	3,83	3,73	3,49

Figure 5
Caractérisation des restrictions en 1969

Date des phases 20/3 1ère phase 23/5 2ème phase 3/7 3ème phase 30/7



- Blanc PERIODE pendant laquelle les pluies ou les irrigations couvrent les besoins ou lorsque les réserves du sol sont > 80 % de la C.R. (pendant plus de 3 jours).
- PERIODE RESTRICTIVE pendant laquelle la contribution des réserves du sol a pu être importante.
- PERIODE RESTRICTIVE : faible contribution des réserves du sol, et pluies inférieures 10 % des besoins de la semaine.
- PERIODE TRES RESTRICTIVE : peu ou pas de contribution des réserves du sol, pas de pluies.
- D DESSECHEMENT DES PLANTES.

b) Etude par phase de l'effet de restriction :

Phase	Comparaison effectuée	Rendement respectif en q/ha	Différence en q/ha	Tendance en % du plus alimenté	
				Diminution	Augmentation
1 ^{re}	011/111	4,83/3,49	+ 1,34		38 %
	000/100	4,06/3,73	+ 0,32		9 %
2 ^e	001/011	4,24/4,83	+ 0,59	12 %	
	000/010	4,06/3,83	- 0,23	6 %	
3 ^e	010/011	3,83/4,83	+ 1,00	21 %	
	000/001	4,06/4,24	+ 0,18	4 %	

Résultats de l'analyse statistique :

Effet de la restriction en :

1^{re} phase : c.v. 13,6 % p.p.d.s. (P = 0,05) : 0,62
 effet moyen S (+ 0,84 q/ha)
 interaction 1/2-3 N.S.

2^e et 3^e phases : c.v. : 21,4 %
 effet moyen 2^e phase N.S. (+ 0,18 q/ha)
 effet moyen 3^e phase N.S. (+ 0,59 q/ha)
 interaction 2/3 N.S.

4) Commentaires sur les résultats obtenus en 1969 :

Il faut rappeler, tout d'abord, le niveau relativement modeste des rendements de 1969. Plusieurs causes doivent être invoquées ; nous les fournissons dans l'ordre décroissant de l'importance que nous leur attribuons pour les conditions de ces essais.

1) Le niveau exceptionnellement élevé des réserves hydriques au départ de la végétation n'a pas permis d'obtenir une restriction sérieuse en première phase, d'autant que des pluies relativement abondantes pendant cette période ont limité les besoins. Ainsi, le développement végétatif a été extrêmement abondant et la verse s'est produite relativement tôt. Nous avons d'ailleurs noté une verse plus sérieuse et plus de repousses sur les traitements non restrictifs.

2) Les pluies fréquentes de la période de floraison ont limité l'activité des insectes pollinisateurs. D'autre part, un très grand nombre de fleurs déclenchées n'ont pas donné de fructifications et beaucoup de gousses ont été victimes de « coulure », surtout sur les parcelles où la repousse était abondante. Cela doit provenir de la modification de l'état physiologique et notamment du phénomène de concurrence des repousses, la verse ayant à cet égard des effets très nuisibles pour l'alimentation des fructifications existantes.

3) L'attaque de *Laspeyresia medicaginis* a concerné les dernières fructifications, ce qui doit modifier d'une façon sensible les résultats en donnant l'avantage aux traitements 000 et 100 qui ont été mûrs plus tôt.

Compte tenu de ces observations, et parce que les tendances observées en 1968 restent identiques, il est possible de conclure pour l'année 1969 :

— *Etude de la phase de sensibilité à la restriction :*

- en première phase : la restriction, bien qu'assez faible, a eu des effets bénéfiques ;
- en deuxième et troisième phase :

}	la précision de l'essai est insuffisante pour mettre en évidence la tendance de perte de rendement dans le cas de restriction ; nous observons néanmoins le bon classement du traitement 011.
---	---

— *Etude du niveau d'alimentation :*

Il est extrêmement intéressant de constater encore, en 1969, la très bonne place du *traitement* 888 qui assure un rendement significativement supérieur à tous les autres (hormis le 011 qui correspond à un régime d'alimentation très voisin). Ce traitement, qui a assuré les meilleurs résultats, a eu à subir une légère restriction pendant des périodes assez restreintes en durée.

Ce traitement 888 avait une restriction théorique permanente de 20 % obtenue en limitant la fréquence des apports d'eau par rapport au 111. A titre complémentaire, un traitement assez similaire (888 *bis*) a été étudié en 1969 : il consistait à obtenir cette légère restriction en ne modifiant pas la fréquence des irrigations par rapport au 111, mais seulement en n'apportant que 80 % de la dose appliquée au 111. Les résultats de ce traitement 888 *bis* ne sont pas significativement différents de ceux du 888.

Enfin l'observation des bilans hydriques de l'année 1969 laisse bien à penser que les restrictions n'ont pu sérieusement extérioriser leurs effets, compte tenu des fortes possibilités de contribution des réserves du sol.

Il est intéressant, cependant, de noter que l'utilisation des réserves hydriques en deçà du seuil de 80 % de la C.R. pour la moyenne d'un horizon d'un mètre de profondeur s'accompagne toujours de conséquences non négligeables sur le développement de la culture, même si les quantités qui sont extraites apparaissent comme importantes.

Ainsi, en 1969, même si les différences globales entre les traitements 111 et 888 sont relativement faibles, la provenance de l'eau utilisée reste notablement différente : alors que le traitement 111 n'a prélevé que quelque 40 mm d'eau dans le sol, le traitement 888 en a utilisé presque quatre fois plus sur ce moyen d'alimentation.

CONCLUSIONS POSSIBLES APRES CES DEUX ANNEES D'EXPERIMENTATION

Pour les cultures récoltées à graines sur la première pousse :

- *pendant la phase végétative et jusqu'au début de la floraison*, il est certain que l'alimentation hydrique au maximum des possibilités d'évapotranspiration est très néfaste. Les conditions restrictives pendant cette phase ne sont pas à craindre, mais au contraire à souhaiter. Malheureusement, dans bien des cas, il n'est pas possible de les obtenir en raison de la répartition de la pluviométrie, de l'état élevé des réserves hydriques du sol, et également du niveau assez modéré de la demande imposée par les conditions climatiques.

Pendant cette phase, l'alimentation *ad libitum* s'accompagne du développement maximum de la production herbacée, ce qui favorise ensuite la verse et ses conséquences très nuisibles. Par ailleurs, il a été démontré qu'il y a opposition entre la croissance active des organes végétatifs et la prédisposition à fructifier (densité de floraison).

Non seulement l'irrigation ne doit pas être envisagée avant la floraison, mais les conditions naturelles d'une trop grande satisfaction des besoins maxima sont à considérer comme néfastes et c'est ce qui peut expliquer la pratique, quelquefois justifiée, de précouper les cultures destinées à la production de

graines. Nous nous empressons, cependant, de préciser que pratiquer la précoupe ne garantit nullement d'avoir ensuite des conditions plus favorables, notamment par l'obtention d'une repousse très rapide également sensible à la verse, le décalage et le raccourcissement de la période de floraison, la prédisposition à subir de fortes sécheresses en époque de fructification. Un traitement annexe, réalisé en 1969 et consistant à précouper, a donné un rendement atteignant seulement 50 % de la moyenne des autres traitements, malgré des apports d'eau extrêmement importants :

- *en période de floraison* : l'effet de la restriction n'a pas été mis en évidence mais, au cours des deux années, nous obtenons une nette tendance à l'amélioration des rendements ;
- *en période de fructification* (formation des graines jusqu'au brunissement d'au moins 50 % des gousses fournies) : la restriction est d'autant plus nuisible qu'elle est violente.

Les bons résultats d'un traitement restrictif à environ 20 % du besoin maximum ont été obtenus dans des conditions où l'irrigation n'était pas pratiquée avant la floraison (ou réalisée peu de temps avant celle-ci) et où, par la suite, les périodes de souffrance étaient nettes mais sans longue durée. Même pour des sols à très forte capacité de rétention, cela devrait amener à proposer des doses d'irrigation modérées susceptibles d'alimenter correctement la culture pendant environ huit à dix jours, après quoi suivraient des séquences de sécheresse de quatre à cinq jours.

La prolongation des périodes de sécheresse entraîne une modification grave de l'état végétatif, aux conséquences irréversibles.

L'alimentation hydrique en période de maturation doit être suffisante pour permettre au moins une bonne migration des réserves pour la formation des graines.

Ces premiers résultats, tout en fournissant des précisions sur les besoins en eau des cultures de luzerne destinées à la production de graines, s'avèrent encore incomplets ; certains points restent à éclaircir, notamment en ce qui concerne l'efficacité de l'eau en période de floraison et l'alimentation à réaliser lorsque l'effet bénéfique de la restriction avant floraison n'a pu être obtenu.

P. PEYREMORTE, Ph. PLANCQUAERT
et J. CHAMBON.