



Compte-rendu d'essai

Optimisation de l'irrigation et de la réserve utile du sol en vallée du Lot

2025

Réalisation :
Marion NOUVELLON
Conseillère Spécialisée Eau, Agronomie et Environnement

Chambre d'Agriculture Lozère

Objectifs

Le but de cet essai sur deux ans (2025-2026) est de réaliser des économies d'eau sur la culture de la luzerne dans des systèmes d'élevage de moyenne montagne (vallée du Lot en Lozère).

Deux leviers d'optimisation ont été étudiés :

- un levier technologique avec l'utilisation d'un outil d'aide à la décision (OAD) composée de sondes tensiométriques connectées afin de comparer une modalité d'irrigation habituelle pour l'exploitant et une modalité d'irrigation « optimisée » grâce à un OAD.
- un levier agronomique avec l'étude de l'impact de différent travail du sol sur la résilience au stress hydrique de la luzerne. On se demandera si les 3 principes de l'agriculture de conservation des sols (ACS) permettent d'améliorer la réserve utile des plantes.

Deux exploitations ont donc accueilli cet essai, une en ACS et une en labour, et ont testé l'utilisation d'un kit d'OAD.

Les résultats de ces leviers ont été évalués en termes de quantité d'eau économisée et de vitesse d'atteinte du stress hydrique mais aussi en termes de valeur alimentaire et de rendement. En effet, le but est également d'étudier l'impact agronomique de la restriction d'irrigation sur la culture.

Contexte et intérêt de l'action

En France, un quart des protéines végétales destinées à l'alimentation animale et près de la moitié des matières riches en protéines, principalement sous forme de tourteaux de soja, sont importés (Cordier et al., 2021). Renforcer l'autonomie alimentaire des élevages est donc essentiel pour leur résilience et leur durabilité.

Or, dans un contexte de changement climatique, les sécheresses printanières et estivales, de plus en plus fréquentes, fragilisent cette autonomie en réduisant rendement et qualité des fourrages.

L'intégration de luzerne dans les prairies temporaires constitue un levier reconnu pour l'autonomie protéique et l'adaptation au climat, grâce à son enracinement profond qui la rend plus résistante à la sécheresse (Baumont et al., 2023). En conditions sèches, elle peut produire 12 à 14 T MS/ha contre 10 à 12 pour le maïs (Straëbler et Le Gall, 1998).

Toutefois, une implantation trop sèche pénalise la levée, et un compromis existe entre résistance à la sécheresse et qualité du fourrage (Baumont et al., 2023). Certains agriculteurs recourent donc à l'irrigation au printemps pour sécuriser la production.

Le levier technologique testé vise à optimiser l'usage de l'eau selon les besoins hydriques de la plante. Les sondes tensiométriques mesurent la tension en eau du sol, indicateur de l'effort nécessaire aux racines pour extraire l'eau : plus le sol s'assèche, plus la tension augmente. Ces outils permettent d'irriguer précisément sans gaspillage.

Enfin, l'Agriculture de Conservation des Sols (ACS) – réduction du travail du sol, couverture permanente, rotations – améliore la structure, la porosité et la teneur en matière organique. En favorisant l'exploration racinaire, elle augmente la réserve utile et la résilience face aux sécheresses (Lacaze et al., 2024).

Description du protocole et des indicateurs d'évaluation des résultats

Des analyses de sol ont été réalisées en amont de l'expérience pour vérifier si une hétérogénéité de qualité du sol à la parcelle pouvait impacter les résultats. Une estimation du rendement et une analyse de la qualité du fourrage avant la 1^{ère} coupe, alors que l'irrigation n'avait pas encore débuté, a également permis de vérifier s'il y avait des différences de rendement même sans irrigation différenciée.

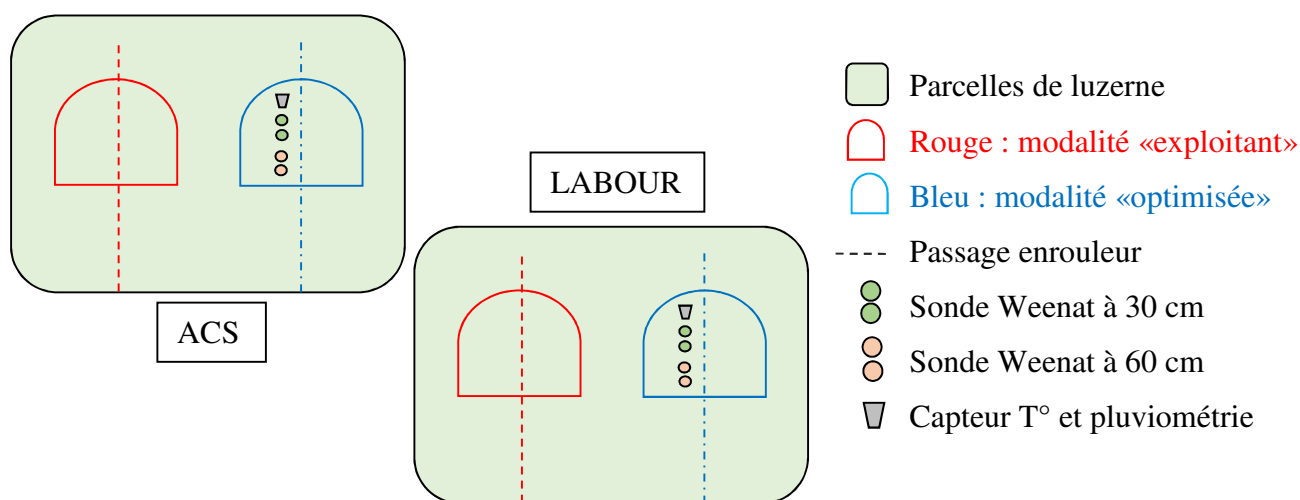
Afin de tester le levier agronomique, une parcelle de luzerne en agriculture de conservation du sol (GAEC ROUSSET) a été comparée à une parcelle labourée (GAEC CHARBONNIER) pour évaluer l'impact de ces pratiques sur la réserve utile des sols et sur les rendements et valeurs nutritives.

De plus, dans chacune des parcelles deux modalités d'irrigation ont été testées pour évaluer l'impact du levier technologique :

- Modalité « exploitant » : apports en fonction des pratiques habituelles de l'exploitant sans tenir compte des données des OAD.
- Modalité « optimisée » : les dates et doses d'apports ont été conseillées par la CA48, en fonction des données des OAD, en accord avec l'exploitant et en tenant compte des tours d'eau.

Dans chaque parcelle un lot de 4 sondes tensiométriques connectées Weenat ont été installées (2 × 30 cm et 2 × 60 cm), un capteur de température de l'air et un pluviomètre. Les données de ces dispositifs ont permis de suivre la courbe tensiométrique du sol. Lorsque le seuil tensiométrique de stress hydrique était presque atteint, la conseillère contactait l'agriculteur pour déclencher l'irrigation sur la modalité « optimisée »

L'essai peut être résumé grâce au schéma ci-dessous :



Les indicateurs suivis étaient :

- Pluviométrie (mm)
- Température de l'air (°C)
- Tension de l'eau dans le sol (cbar)
- Quantité d'irrigation (mm)
- Rendement (TMS/ha)
- Valeurs alimentaires (PDIE, PDIN, UFL, MS, dMO, ...)

Les quantités d'eau utilisées pour l'irrigation ont été mesurées par l'exploitant (tenue d'un cahier des pratiques) et par les pluviomètres connectés installés sur les deux parcelles. Les économies d'eau potentielles ont été comparées aux résultats agronomiques (rendement, valeurs nutritives).

L'estimation du rendement a été réalisée avant la 3^{ème} coupe sur chaque modalité. Le prélèvement de biomasse était délimité par un quadra de 50 cm x 50 cm et d'une hauteur de 6 cm équivalent à la hauteur de la barre de fauche. Quatre échantillons ont été prélevés par modalité et pesés pour calculer un rendement moyen en T MS/ha. Les quatre échantillons ont ensuite été mélangés et utilisés pour l'analyse fourragère en laboratoire.

Description des deux sites d'essai

GAEC ROUSSET : PARCELLE ACS

- Localisation : Valadou, 48100 Montrodat
- Système bovin allaitant pour l'engraissement.
- Vaches en intérieur et parcellaire de 150 hectares pour l'autonomie alimentaire (atteint à 80%) composé de légumineuses (majoritairement de la luzerne), de méteils et de céréales (orge, sorgho).
- Conduite en agriculture de conservation des sols depuis 25 ans (non-labour, utilisation de couverts et dérobés, rotation des cultures).
- Amendement et fertilisation : fumier + digestat (méthaniseur par voie sèche sur l'exploitation)
- 1/4 du parcellaire irrigable grâce à une retenue collinaire de 25 000 m³ et à des enrouleurs.
- Essai sur une parcelle irriguée de luzerne de 3 ans



GAEC CHARBONNIER : PARCELLE LABOUR

- Localisation : Chausserans, 48100 Grèzes
- Système ovin laitier en AB depuis 1993
- Parcellaire composé de pâtures naturelles et temporaires ainsi que de maïs, méteils et luzerne répondant à 100% des besoins fourragers mais qui sont complétés par des achats de soja et maïs grain.
- Labour peu profond 12-15 cm avec charrue sans pointes
- Amendement et fertilisation : fumier et fumier composté + cendre
- 38 ha irrigable pour de la luzerne et du maïs grâce à une retenue collinaire de 25 000 m³ et à des enrouleurs.
- Essai sur une parcelle irriguée de luzerne de 4 ans sur un sol argilo-calcaire moyennement profond.



Synthèse des résultats

L'utilisation des sondes tensiométriques et de la station météo a permis de **répondre plus précisément aux besoins hydriques de la luzerne**. Sur la parcelle en ACS cela a permis de faire des **économies d'eau de 32.5%** avec une réduction de 65 mm (650 m³/ha). Sur la parcelle labourée, la modalité représentant les habitudes de l'agriculteur est très en dessous des apports hydriques recommandés (60 mm au lieu de 135 mm recommandés). La modalité pilotée a donc permis de se rapprocher des besoins de la plante avec une augmentation de 40 mm donc 400 m³/ha (augmentation de 66%).

Au niveau du rendement, l'économie d'eau sur la parcelle en ACS a néanmoins **causé une perte de rendement très importante** de l'ordre de 56 % lors de la 3^{ème} coupe. Quant à l'augmentation du nombre de mm sur la modalité optimisée de la parcelle en labour cela a permis de **réduire l'hétérogénéité de rendement sur la parcelle**.

Les modifications d'irrigation de la modalité optimisée n'ont **pas impacté les valeurs nutritionnelles** du fourrage lors de la 3^{ème} coupe.

Nous n'avons pas pu conclure sur l'impact du travail du sol sur la réserve utile et sur la vitesse d'assèchement du sol dues aux différentes limites de l'essai.

	ACS		Labour	
	Modalité exploitant	Modalité optimisée	Modalité exploitant	Modalité optimisée
Nbr de passage d'irrigation	5	4	2	3
Quantité irrigation (mm) et économie	200	135 ➤ - 32.5%	60	100 ➤ + 66%
Rendement (2 ^{ème} coupe)	2.89 tMS/ha	1.28 tMS/ha ➤ - 55.7%	0.72 tMS/ha	0.66 tMS/ha ➤ -8.3% au lieu de -21.5% à la 1 ^{ère} coupe
Valeurs nutritionnelles (en g/kgMS)	PDIN : 123 PDIE : 68	PDIN : 128 PDIE : 69	PDIN : 139 PDIE : 94	PDIN : 138 PDIE : 95
Vitesse d'assèchement Nombre de jour pour dépasser le seuil de stress hydrique (110kPa) après un apport d'eau (irrigation ou pluie de > 15 mm)	P1-P2 : 9 jours P2-P3 : 18 jours P3-P4 : 19 jours (atteint 77 kPa) P4-P5 : 12 jours		P1-P2 : 8 jours P2-P3 : 14 jours (atteint 103 kPa) P3-P4 : 35 jours (atteint 56 kPa) P4-P5 : 13 jours (atteint 38 kPa)	

En effet, la différence de pluviométrie, de type de sol et d'âge de la luzerne dans cet essai ne permet pas de conclure sur l'impact du travail du sol sur sa réserve utile.

Un essai sur des parcelles de maïs dans des conditions plus comparables est en préparation pour l'année 2026.

Résultats détaillés

Vérification de l'hétérogénéité des parcelles (types de sols et rendements avant irrigation) :

- Analyse de sol :

Une analyse de sol par parcelle a été réalisée afin de tester si les paramètres du sol peuvent influencer les résultats. Les résultats montrent que les parcelles choisies ont des types de sol assez différents. La parcelle labourée a un sol argilo limono-sableux contenant plus de sable (A = 30%, L = 34%, S = 37%) alors que la parcelle en ACS est un limon argileux avec une part bien plus importante de limon (A = 21%, L = 65%, S = 15%). La parcelle labourée plus sableuse est donc potentiellement plus drainante que celle en ACS. Cependant la parcelle en ACS contient plus de cailloux que celle labourée (30% contre 5%) diminuant sa réserve utile. C'est différence de type de sol ont été pris en compte dans l'interprétation des résultats.

- Comparaison des rendements entre modalité avant la mise en route de l'irrigation.

Sur la parcelle ACS, la modalité pilotée avait un rendement estimé plus important (5.6 tMS/ha) que la modalité « exploitant » (4.8 tMS/ha) lors de la première fauche.

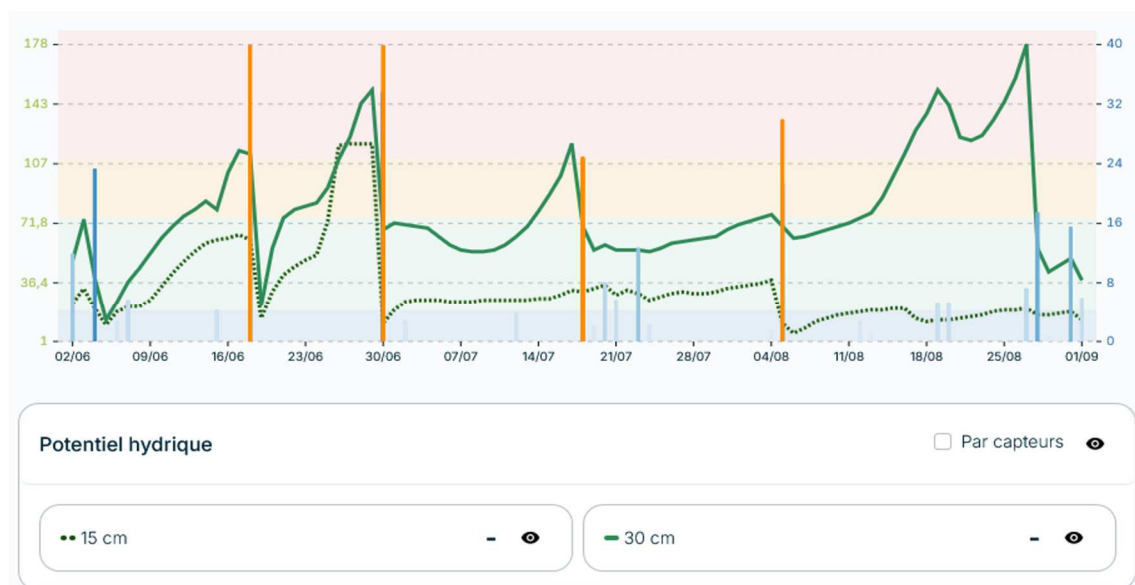
Dans la parcelle labourée, nous constatons l'inverse, la modalité pilotée avait un rendement à la première fauche de 0.3 tMS/ha contre 0.4 tMS/ha pour la modalité « exploitant ».

C'est différence de rendement avant la mise en route de l'irrigation ont été pris en compte dans l'interprétation des résultats.

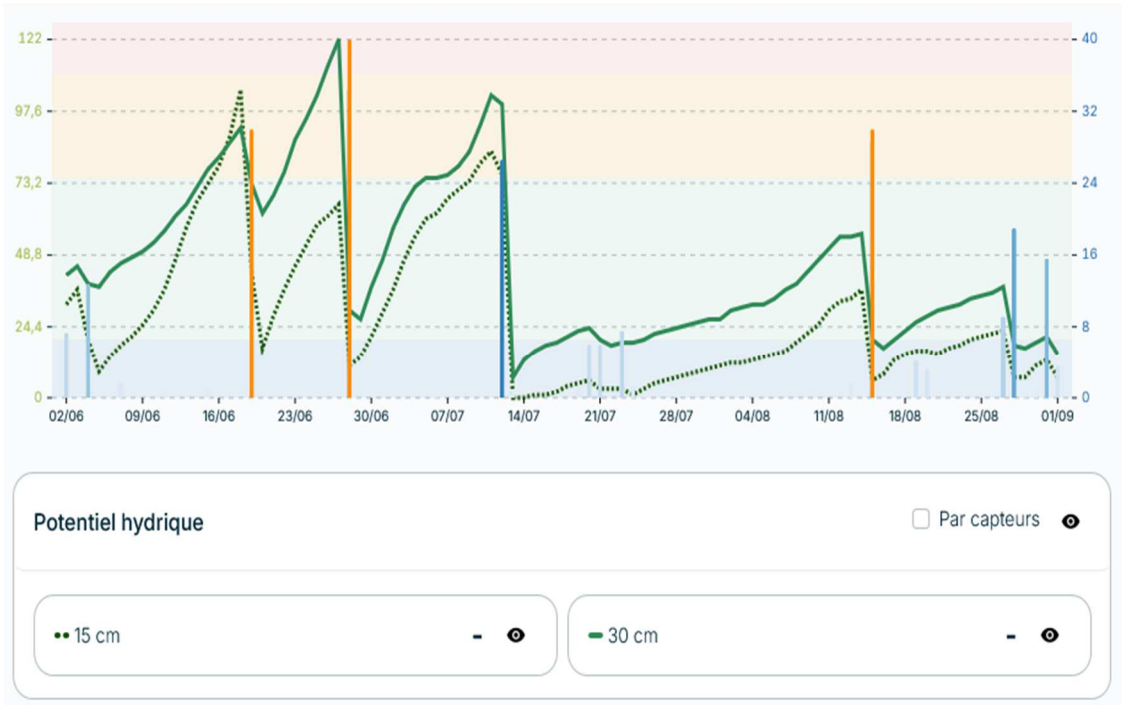
Economies d'eau permises par l'utilisation d'OAD :

En ce qui concerne les économies d'eau permises par l'utilisation des tensiomètres, les résultats sont contrastés entre les deux parcelles suivies.

Dans la parcelle en ACS, une économie d'eau de 65 mm (650 m3/ha) a pu être réalisée, **représentant une réduction de 32.5 %**. Au lieu de 5 passages de 40 mm dans la modalité « exploitant » (200 mm), la modalité en irrigation optimisée a reçu 4 passages variant de 25 à 40 mm pour un total de 135 mm. Les pratiques de l'irrigant sont supérieures aux apports moyens que l'on constate sur la culture de luzerne en sol superficiel : 135 mm en 3 fois (annexe 1).



Dans la parcelle labourée, la modalité optimisée a au contraire était plus gourmande en eau que les pratiques habituelles de l'agriculteur. En effet **40 mm en plus ont été utilisé sur la passage optimisée (100 mm) par rapport à la modalité « exploitant » (60 mm)**. Les pratiques de l'irrigant (60 mm) sont inférieurs aux apports moyens que l'on constate sur la culture de luzerne en sol superficiel : 135 mm en 3 fois (annexe 1).



Ce dernier cas s'explique par le fait que M. Charbonnier a une ressource en eau et en matériel d'irrigation limitée et qu'il ne place pas en priorité cette parcelle de luzerne. Cet apport en dessous des besoins de la plante est donc un choix conscient.

Comparaison des rendements et valeurs nutritives par rapport à ces économies d'eau

4 coupes ont été réalisées sur la parcelle en ACS et 3 coupes sur celle labourée. La 1^{ère} coupe, avant le début de l'irrigation, et la troisième coupe, vers la fin de la campagne d'irrigation, ont été prélevées pour estimer le rendement et la valeur nutritionnelle de la luzerne selon chaque modalité.

En termes de rendement sur la parcelle en ACS, la **modalité optimisée qui a permis une économie d'eau de 32.5 % a cependant produit un rendement 55.7% moins important que la modalité normale lors de la 3^{ème} coupe**. Cette différence de rendement ne s'explique pas par l'hétérogénéité du sol car la légère différence de rendement constaté avant la mise en place de l'irrigation était même favorable à la modalité optimisée.

	Normale	Optimisée
Rendement en T MS/ha 1 ^{ère} coupe (avant irrigation)	4.81	5.66
Rendement en T MS/ha 3 ^{ème} coupe	2.89	1.28

Sur la parcelle en labour, le rendement est moins important pour la modalité optimisée de 8.3% par rapport à la modalité normale malgré l'irrigation supérieur sur la modalité optimisée. Cependant, avant le passage de l'irrigation nous constatons déjà une différence de rendement entre les deux modalités avec un rendement supérieur de 21.5% pour la partie de la parcelle dédiée à la modalité normale. L'irrigation plus importante de la modalité optimisée a donc permis de réduire cet écart de rendement à 8.3%.

	Normale	Optimisée
Rendement en T MS/ha 1ère coupe (avant irrigation)	2.78	2.18
Rendement en T MS/ha 3ème coupe	0.72	0.66

Afin de mesurer l'impact de l'économie d'eau sur la valeur nutritionnelle de la plante, une analyse de fourrage en vert a été réalisée sur chaque modalité avant la troisième coupe (figure 12). Sur la parcelle en ACS chez M Rousset, les deux échantillons (modalité pilotée et normale) sont assez similaires donc la différence d'irrigation n'a pas eu d'impact sur la valeur nutritionnelle.

Analyse fourragère 3 ème coupe 30/07/2025		
	Normale	Pilotée
Matière sèche (MS) en %	23,5	25,9
Matières azotées totales (MAT) en %	20,4	21,2
Fibre totale (NDF) en g/kgMS	440	418
Digestibilité de la Matière Organique (dMO) en %	73,5	73,2
Unités Fourragères Viande (2018) en UFV/kgMS	0,91	0,91
Protéines diges. dans l'intestin permises/azote (PDIN) en g/kgMS	123	128
Protéines diges. dans l'intestin permises/énergie (PDIE) en g/kgMS	68	69

Chez M Charbonnier, il n'y a pas de différence significative entre les deux modalités ce qui montre que la différence d'irrigation n'a pas impacté la valeur nutritive du fourrage.

Analyse fourragère 3 ème coupe 06/08/2025		
	Normale	Pilotée
Matière sèche (MS) en %	27.1	27,9
Matières azotées totales (MAT) en %	21.6	21,4
Fibre totale (NDF) en g/kgMS	402	401
Digestibilité de la Matière Organique (dMO) en %	71,5	71.6
Unités Fourragères Viande (2018) en UFV/kgMS	0,94	0,95
Protéines diges. dans l'intestin permises/azote (PDIN) en g/kgMS	139	138
Protéines diges. dans l'intestin permises/énergie (PDIE) en g/kgMS	94	95

Comparaison ACS / Labour en fonction de la vitesse d'assèchement

En ce qui concerne l'impact du type de travail du sol sur la réserve utile et sur la vitesse d'assèchement des sols, on remarque un assèchement plus rapide d'un jour en labour par rapport à l'ACS. Cependant la parcelle en ACS avait reçu plus d'eau (24.4 mm) que la parcelle labourée (20.4 mm). Pour les autres passages d'irrigation, la vitesse de dépassement du seuil de stress hydrique (110 kPa) n'a pas pu être correctement observé à cause de précipitations différentes entre les deux parcelles et d'irrigation avant l'atteinte du seuil.

		ACS	Labour
Date irrigation ou précipitation significative (>20mm)	1er passage	18-juin	19-juin
	2ème passage	30-juin	28-juin
	3ème passage	18-juil	12/07 (pluie)
	4ème passage	05-août	15-août
Nombre de mm pour l'apport (ou la pluie) + Précipitation sur la période entre apport	1er passage	24,4 + 0 = 24,4	20,4 + 0 = 20,4
	2ème passage	33,8 + 8 = 41,8	34,6 + 0,2 = 34,8
	3ème passage	16 + 33,4 = 49,4	26,6 (pluie) + 25,2 = 51,8
	4ème passage	21,4 + 4,2 = 25,6	28,8 + 7,4 = 36,2
Nombre de jour pour dépasser le seuil de stress hydrique (110kPa) après un apport d'eau (irrigation ou pluie de > 15 mm)	1er passage	9 jours (18/06-26/06)	8 jours (19/06-26/06)
	2ème passage	18 jours (30/06-17/07)	14 jours (28/06-11/07 atteint 103 kPa ensuite pluie)
	3ème passage	19 jours (18/07-05/08 atteint 77kPa ensuite irrigation)	35 jours (12/07-15/08 atteint 56 kPa ensuite irrigation-> potentiel problème avec le tensiomètre)
	4ème passage	12 jours (05/08-16/08)	13 jours (15/08-27/08 atteint 38 kPa ensuite pluie)

La différence de pluviométrie, de type de sol et d'âge de la luzerne dans cet essai ne permet pas de conclure sur l'impact du travail du sol sur sa réserve utile. Un essai sur des parcelles de maïs dans des conditions plus comparables est en préparation pour l'année 2026.

Références

Baumont, R., Decruyenaere, V., Maxin, G., ROUILLÉ, B., HEUZÉ, V., & Gilles, T. R. A. N. (2023). Valoriser une diversité de biomasses pour répondre aux enjeux techniques, environnementaux et sociétaux des élevages de ruminants. *INRAE Productions Animales*, 36(1).

Cordier, C., Saille, M., Jy, C., Duflot, B., Cadudal, F., Perrot, C., ... & Baumont, R. (2021, February). Quantifier les matières premières utilisées pour l'alimentation animale en France et segmenter les flux jusqu'aux filières consommatrices. In *53es Journées de la recherche porcine (JRP)*. IFIP/INRAE.

Lacaze, F., Audouin, É., Bonillo, C., & Lhuissier, L. (2024). Évaluation des performances des systèmes de cultures en agriculture de conservation des sols et du matériel d'irrigation. *Sciences Eaux & Territoires*, 45(2), 39-49.

Straëbler M., A. Le Gall. (1998). Luzerne, sorgho et betterave : trois cultures fourragères sécurisantes en conditions sèches ou froides. *Fourrages*, 156. 573-587