



Cité
Sciences
Vertes

Lycée agricole
Centre de formation
Exploitation

Rencontres techniques d'Auzeville 2025

Essais réalisés par les BTSA Agronomie Cultures Durables 2ème année

Mardi 20 Mai 8h30 - 12h
Exploitation du lycée agricole



Pastel

Couverts végétaux



Blés Anciens

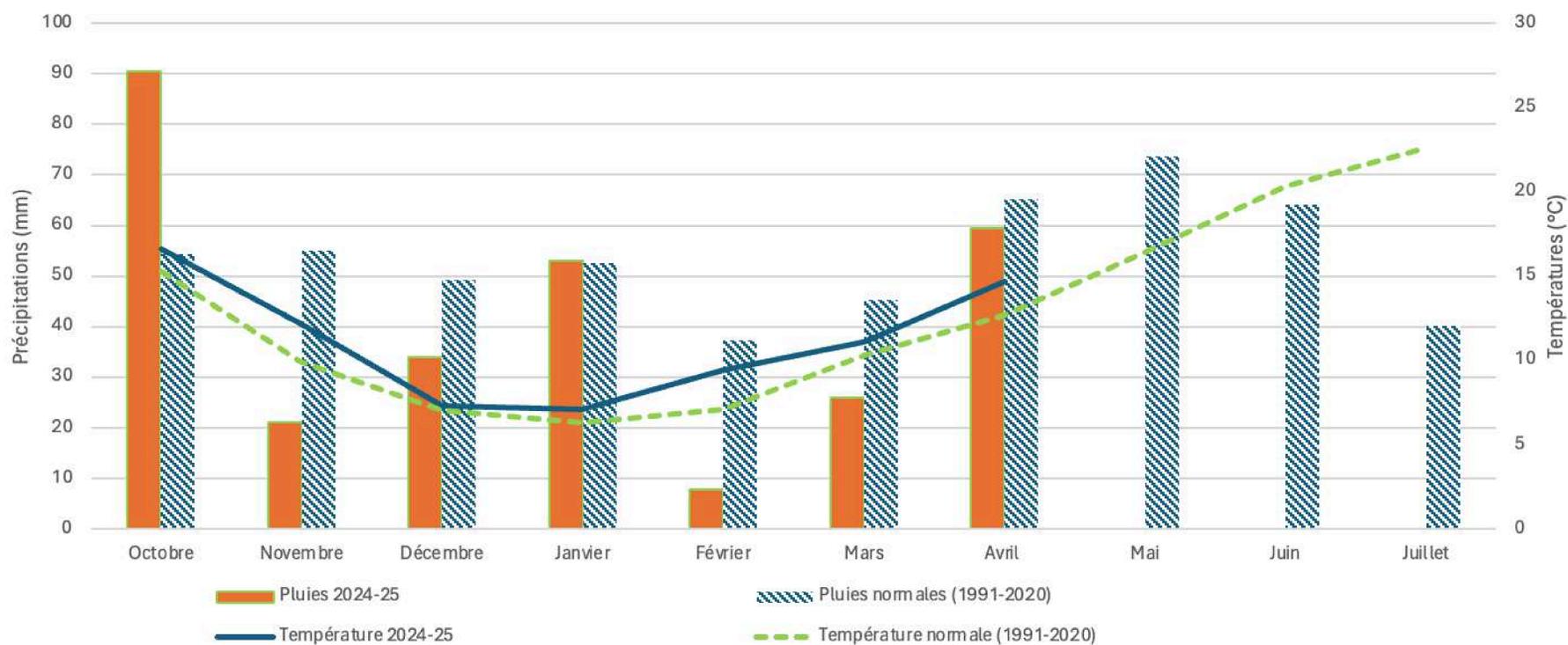
Encadrement: A.Maltas, I.Berjeaud, C.Fedou, T.Poser, V.Touzanne

Partenaires:

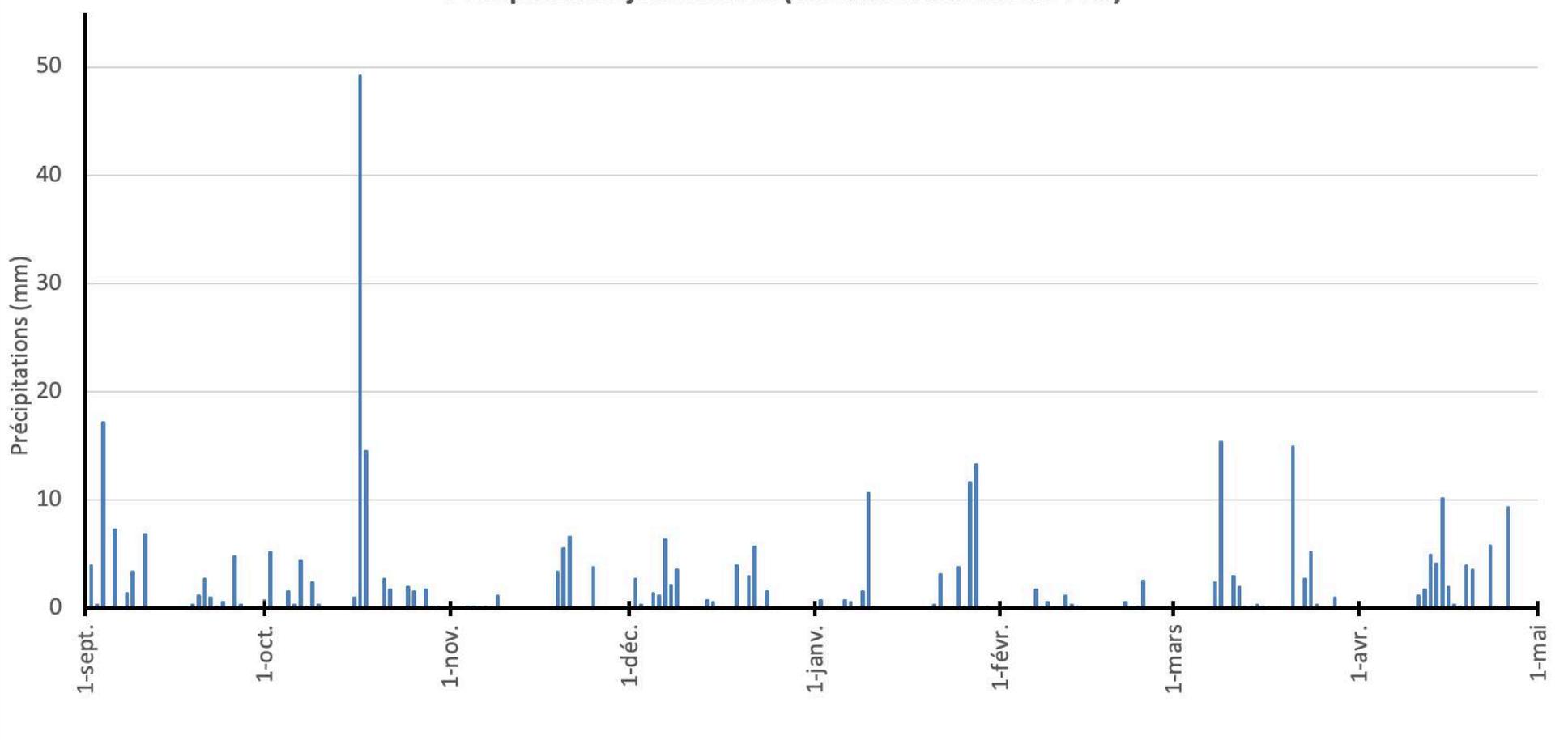


Climat 2024-2025

Données Toulouse-Blagnac de octobre 2024 à avril 2025



Précipitations journalières (Castanet Tolosan 2024-25)



Des blés anciens pour le blé bio de demain

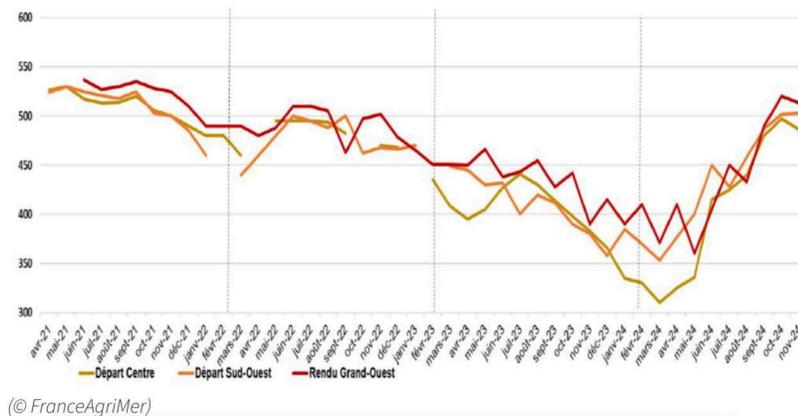
Réalisé par : Julie Labat, Gabin Le Naour, Mathieu Espouy, Mathias Larrieu BTS ACD 2024-2025

Contexte en AB

“Blés anciens” = blés sélectionnés par les paysans qui ne sont pas issus de blés inscrits aux catalogues (=“blé moderne”)

Comparés aux blés “modernes” : les blés anciens sont mieux valorisés 550 à 800€/t et leur prix est moins volatil car ils sont vendus en circuit court. Toutefois, ils ont généralement un rendement plus faible. Sont-ils au final plus intéressants économiquement?

Évolution des prix de marché du blé tendre bio en €/T



(© FranceAgriMer)

Comparaison blé AB moderne / blé ancien

Marge brute d'un blé ancien en fonction du prix de vente et du rendement

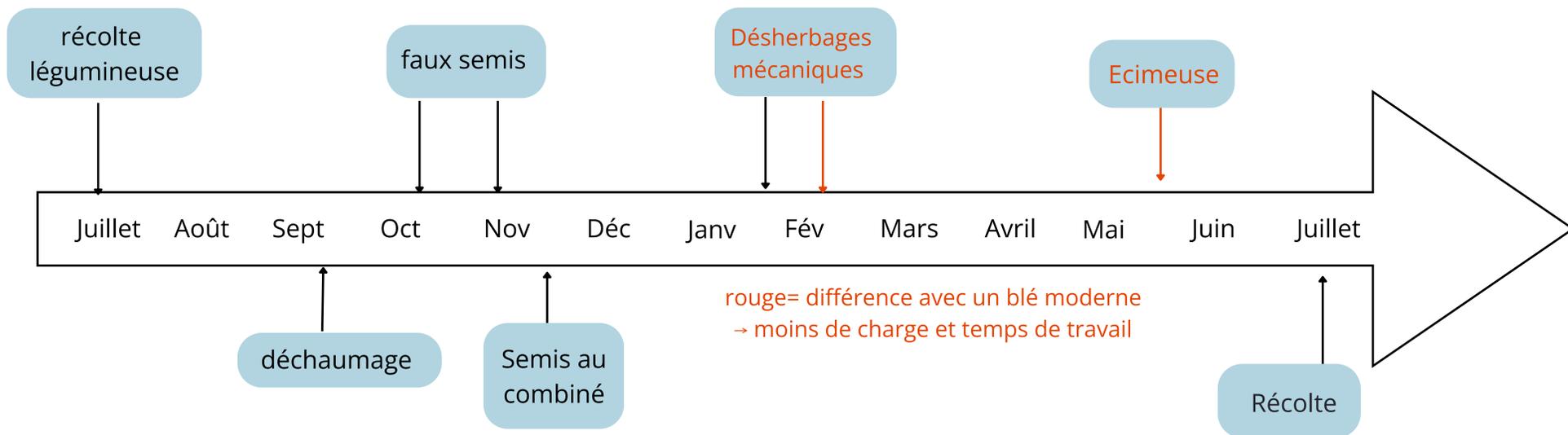
RIX/RDT	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4
550	565	675	785	895	1005	1115	1225
600	616	736	856	976	1096	1216	1336
650	667	797	927	1057	1187	1317	1447
700	719	859	999	1139	1279	1419	1559
750	770	920	1070	1220	1370	1520	1670
800	821	981	1141	1301	1461	1621	1781
850	873	1043	1213	1383	1553	1723	1893
900	924	1104	1284	1464	1644	1824	2004

- Rentabilité inférieure
- Rentabilité supérieure



comparé à un blé moderne “MOYEN” (3 t/ha et 325 €/t)

	Blé moderne prix bas	Blé moderne prix moyen	Blé moderne prix haut	Blé ancien
Rdt (t/ha)	3	3	3	1,8
Prix de vente (euros/t)	250	325	400	650
charges en semences (euros/ha)	43	56	70	113
marge brute (euros/ha)	707	919	1130	1057
charge de mécanisation (euros/ha)	463	463	463	414
marge semi-nette (euros/ha)	244	456	667	643
temps de travail (h/ha)	4,4	4,4	4,4	4



Conclusion

En AB, les blés anciens permettent d'obtenir une rentabilité généralement équivalente à celle d'un blé moderne mais ils **sécurisent** le revenu de l'exploitation en étant moins soumis à la volatilité des prix et plus rustiques. Ils restent toutefois des marchés de niches peu accessibles.

Des blés anciens pour le blé bio de demain

Réalisé par : Julie Labat, Gabin Le Naour, Mathieu Espouy, Mathias Larrieu BTS ACD 2024-2025

matrice de gain

Blé bio moderne défavorable

PRIX/RDT	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4
550	565	675	785	895	1005	1115	1225
600	616	736	856	976	1096	1216	1336
650	667	797	927	1057	1187	1317	1447
700	719	859	999	1139	1279	1419	1559
750	770	920	1070	1220	1370	1520	1670
800	821	981	1141	1301	1461	1621	1781
850	873	1043	1213	1383	1553	1723	1893
900	924	1104	1284	1464	1644	1824	2004

- Rentabilité inférieure du blé bio ancien
- Rentabilité supérieure du blé bio ancien

Blé bio moderne moyen

PRIX/RDT	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4
550	565	675	785	895	1005	1115	1225
600	616	736	856	976	1096	1216	1336
650	667	797	927	1057	1187	1317	1447
700	719	859	999	1139	1279	1419	1559
750	770	920	1070	1220	1370	1520	1670
800	821	981	1141	1301	1461	1621	1781
850	873	1043	1213	1383	1553	1723	1893
900	924	1104	1284	1464	1644	1824	2004

- Rentabilité inférieure du blé bio ancien
- Rentabilité supérieure du blé bio ancien

Blé bio moderne favorable

PRIX/RDT	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4
550	565	675	785	895	1005	1115	1225
600	616	736	856	976	1096	1216	1336
650	667	797	927	1057	1187	1317	1447
700	719	859	999	1139	1279	1419	1559
750	770	920	1070	1220	1370	1520	1670
800	821	981	1141	1301	1461	1621	1781
850	873	1043	1213	1383	1553	1723	1893
900	924	1104	1284	1464	1644	1824	2004

Essai densité blé ancien

Réalisé par : Mathias Larrieu - Mathieu Espouy - Julie Labat - Gabin Le Naour BTS ACD 2023 - 2025

Contexte

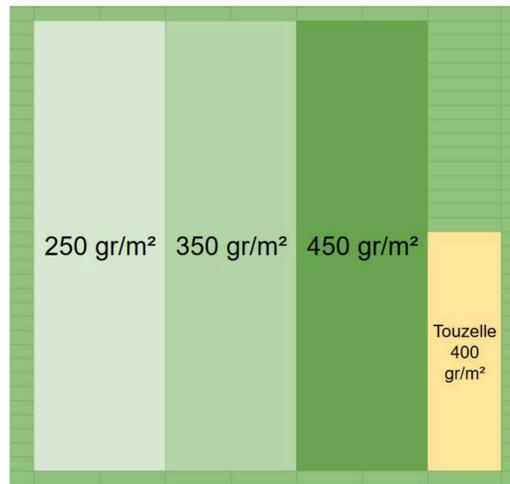
Les **blés anciens** sont caractérisés par:

- leur **rusticité** et leur **hauteur**
- leur **pouvoir de tallage** élevé

Mais il y a **peu de références** sur la conduite technique de ces variétés et notamment sur **les densités de semis**.

Présentation de l'essai

Plan de l'essai

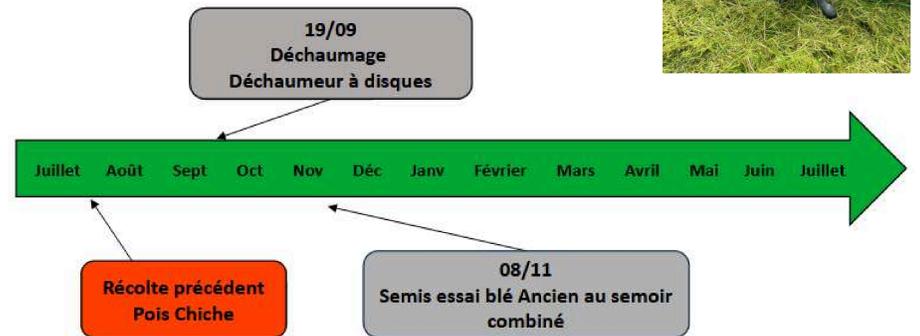


Test de 4 densités Rouge de bordeaux :

- 250 gr/m²
- 350 gr/m²
- 400 gr/m²
- 450 gr/m²

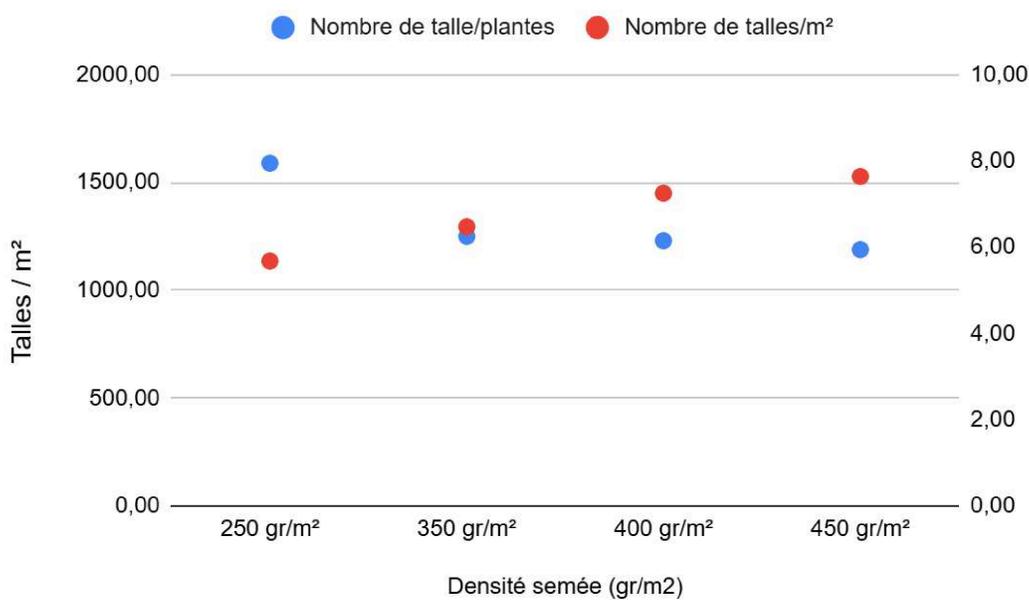
Traitement de semences cuivre et vinaigre

Itinéraire technique

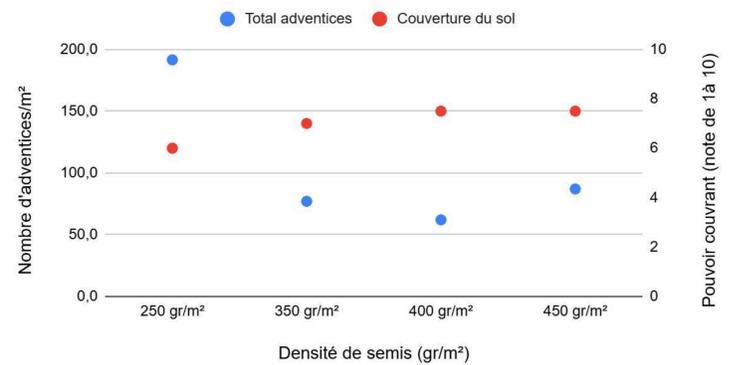


Résultats : effets de la densité de semis

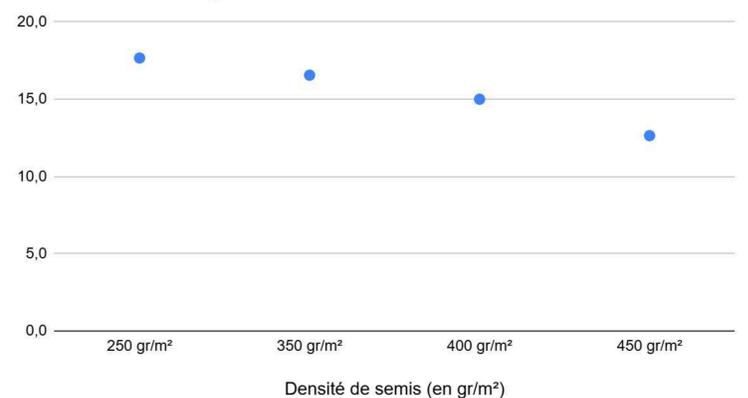
Nombre de talles par m² et par plantes le 18/03



Couverture du sol et adventices en fonction de la densité le 14/02



Longueur des racines en cm le 14/02



Aucun effet de la densité sur :

- les maladies, peu de maladies recensées sur les blés anciens (quelques dégâts du charbon)
- la hauteur et la verse (beaucoup de verse, peu importe la densité)
- Le nombre d'épis/m²



Conclusion

A ce stade, les composantes du rendement sont identiques quelle que soit la densité → dans le contexte de cette année, pas d'inconvénients à réduire la densité de semis

Comment se comporte le Pastel dans le Lauragais?

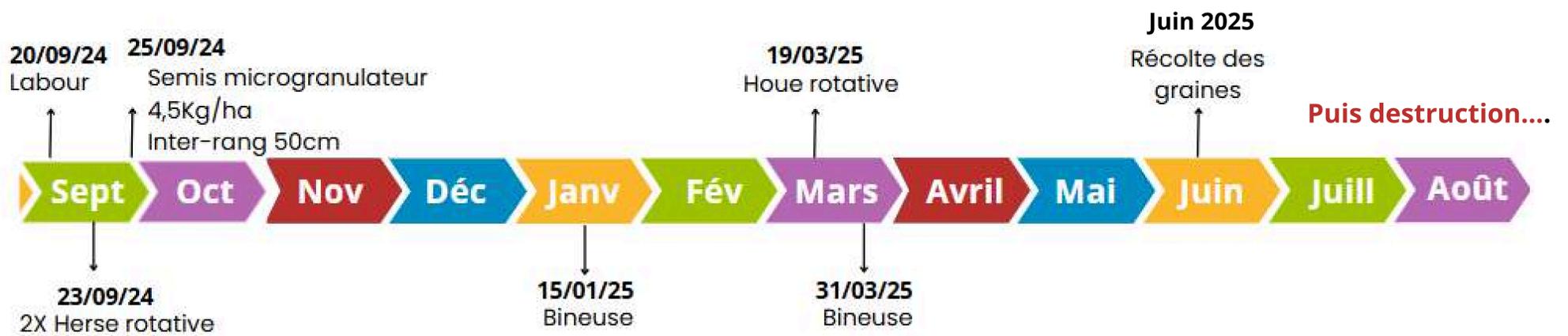
Réalisé par : Cazaux Nicolas, Jourdan Aurélien, Siar Thomas, Pouchain Alaric, Aries Margot, BTSA ACD 2023-2025

Contexte

La filière du pastel est actuellement déficitaire en feuilles et en graines. Il y a peu de références techniques sur la conduite de cette culture.

L'objectif de cet essai est donc :

- D'acquérir des données sur la culture
- De produire des graines pour la semence et ainsi alimenter la filière



Résultats de l'essai :

Le semis a été difficile de par:

- La profondeur de semis irrégulière due au microgranulateur
- Les conditions de semis trop sèches

➔ 15 à 20% de pertes à la levée

La gestion des bioagresseurs a été facile de par :

- L'absence de ravageurs et de maladies
- La bineuse qui a permis un inter-rang propre



Inter-rang propre



Etat du sol au semis

Les stades de la parcelle :

Frise chronologique du pastel

10/10/24
Plantule



07/11/24
4 feuilles



10/12/24
8 feuilles



16/01/25
Rosette



31/03/25
Montée à fleur



20/04/25
Floraison



02/05/25
Graines



Conclusion :

L'ITK est assez simple puisque c'est une plante rustique, qui peut être conduite avec peu de contraintes en AB
Mais la **date de semis fin sept** est :

- **trop précoce** pour un débouché **feuille** (montée à graines dès la première année)
- mais aussi **trop tardive** pour un débouché **graine** (hétérogénéité des stades et du % de plantes montant à graines)

Quel débouché pour le pastel en AB ?

Réalisé par : Cazaux Nicolas, Jourdan Aurélien, Siar Thomas, Pouchain Alaric, Aries Margot, BTSa ACD 2023-2025

Contexte

Le pastel est une plante **rustique** qui demande peu d'intrants et permet de valoriser les **sols à faible potentiel**

Mais en Occitanie, la filière est encore peu développée par manque de données agro-économiques sur cette culture

Filière en Occitanie

- 33 ha
- 3 unités de production d'huile
- 5 unités de transformation de feuilles

Débouchés

Feuille: 500 €/t

1t de feuille = 2kg de Pigment:

1kg de pigment = 250€

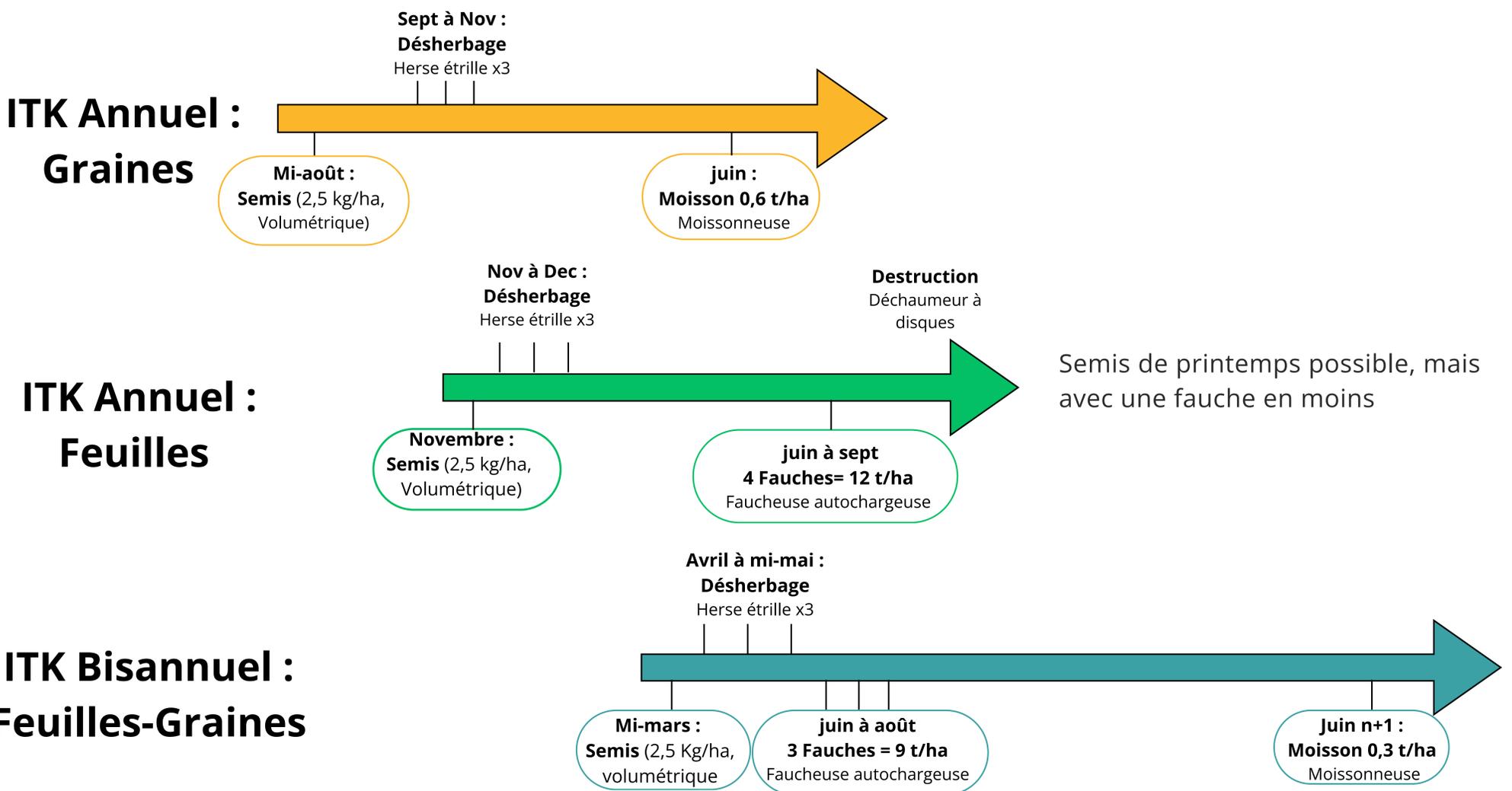
Graine: 1300€/t

%Huile= 13%

1kg d'huile = 100€

source: Synthèse NewCocagne, 2021

Prototypes d'ITKs en AB dans le Lauragais



	ITK Été	ITK Automne	ITK Printemps	
	année n	année n	année n	année n+1
Rendement feuille (t/ha)		12	9	
Prix de vente feuille (€/t)		500	500	
Rendement graine (t/ha)	0,6			0,3
Prix de vente graine (€/t)	1300			1300
Total ch opérationnelles (€/ha)	3	3	3	0
MARGE BRUTE (€/ha/an)	777	5997	2442	
Charges de mécanisation (€/ha/an)	251	530	253	
MARGE semi-nette (€/ha/an)	526	5467	2189	
Temps de travail (h/ha/an)	2,9	3,3	1,8	

Marge brute du Pastel annuel débouché graine

■ MB Pastel < MB blé tendre ■ MB Pastel > MB blé tendre

ITK Annuel Graines	Rendement (t/ha)	Prix de vente (€/t)						
		1 000 €	1 100 €	1 200 €	1 300 €	1 400 €	1 500 €	1 600 €
	0,2	197 €	217 €	237 €	257 €	277 €	297 €	317 €
	0,3	297 €	327 €	357 €	387 €	417 €	447 €	477 €
	0,4	397 €	437 €	477 €	517 €	557 €	597 €	637 €
	0,5	497 €	547 €	597 €	647 €	697 €	747 €	797 €
	0,6	597 €	657 €	717 €	777 €	837 €	897 €	1 117 €
	0,7	697 €	767 €	837 €	907 €	977 €	1 047 €	1 117 €
	0,8	797 €	877 €	957 €	1 037 €	1 117 €	1 197 €	1 277 €
	0,9	897 €	987 €	1 077 €	1 167 €	1 257 €	1 347 €	1 437 €
	1	997 €	1 097 €	1 197 €	1 297 €	1 397 €	1 497 €	1 597 €

--> Perte au décortilage non prise en compte

débouché **feuille** + intéressant mais nécessite une faucheuse et la proximité d'un site de collecte

→ A quel prix vendre la graine pour que la culture soit + attractive ?

--> 1600 euros/t (ou 1000 euros/ha, ex: Terre de Pastel)

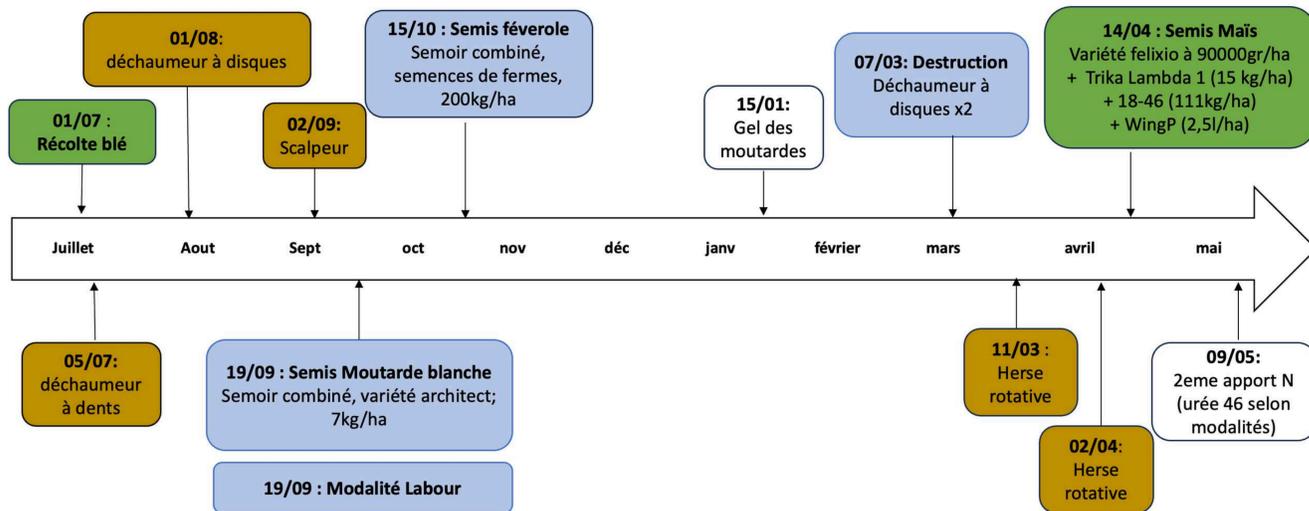
Impact des couverts sur la disponibilité en eau pour la culture suivante

Réalisé par : Dardier Fabien, Roblot Alexandre, Brunet Pauline, Salgarella Thomas, Trochessec Romain BTS ACD 2023-2025

Contexte

Freins à l'adoption des couverts dans le sud-ouest:

- Humidité du sol à la destruction
- Quantité d'eau disponible pour la culture suivante

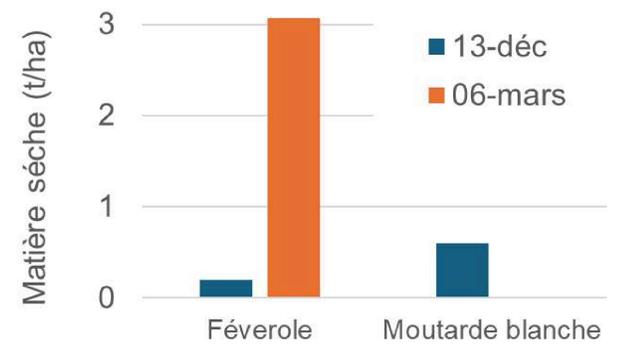


Essai et modalités

3 modalités couvert:

- Labour : témoin sans couvert
- Moutarde blanche: couvert automne précoce
- Féverole: couvert automne tardif

Biomasse du couvert



Labour féverole moutarde

Résultats

Test de ressuyage du sol à la destruction

Profondeur	Labour	Féverole	Moutarde
0-10 cm	F	F	F
10-20 cm	P	F	SP
20-30 cm	P	F	SP
30-40 cm	P	SP	P
40-50 cm	P	F	P
50-60 cm	P	SP	P

P = Plastique	Non-ressuyé, ne pas intervenir
SP = Semi plastique	Intervention possible mais risque de tassement
F = Friable	Ressuyé, intervention optimale



Labour 20-30cm

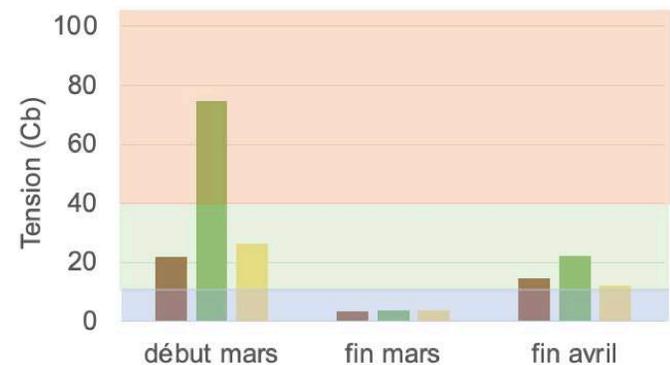


Féverole 20-30cm

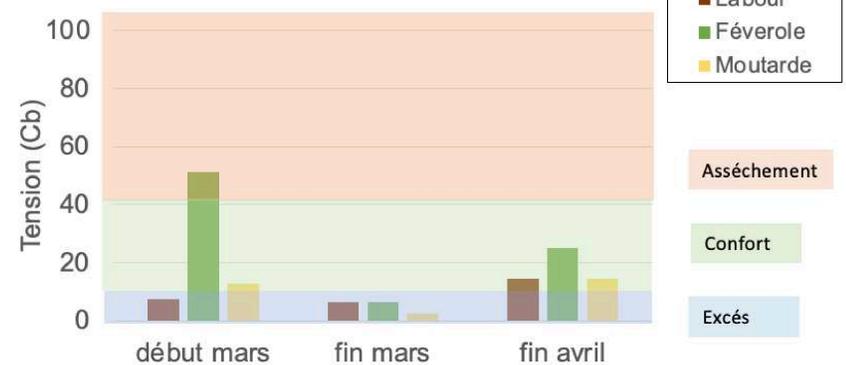


Labour Féverole
Porosité des mottes après passage du déchaumeur

Sondes tensiométriques à 30cm



Sondes tensiométriques à 60 cm



Conclusion

Le couvert de féverole a permis de préparer le sol dans de meilleures conditions sans limiter la disponibilité en eau pour le maïs suivant. Les pluies intervenues après la destruction ont permis de recharger le sol et gommer les différences entre modalités. La modalité moutarde se comporte comme la modalité Labour suite à sa destruction précoce par le gel.

Quand détruire son couvert végétal ?

Réalisé par : Romain TROCHESSEC BTSA ACD 2023-2025

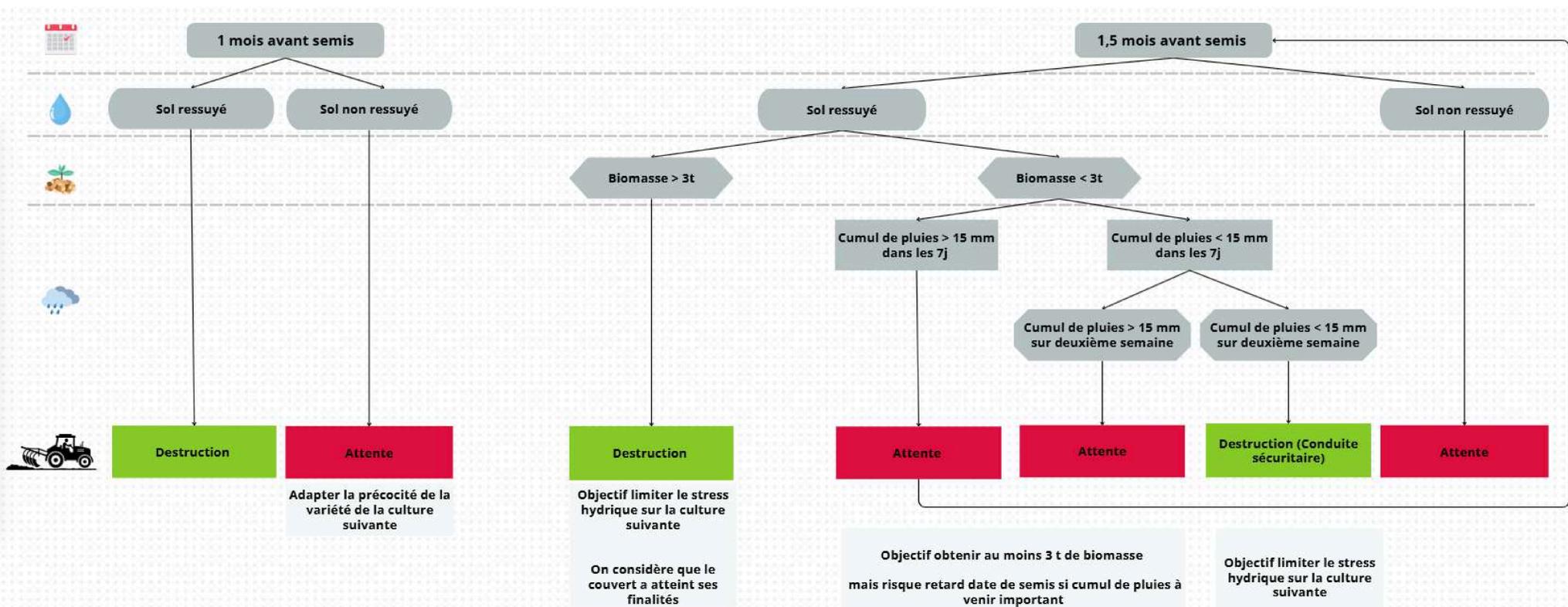
L'objectif de cet outil est d'aider les agriculteurs à choisir la date optimale de destruction du couvert. Il s'agit d'un compromis entre ne pas intervenir trop tôt pour obtenir un maximum de biomasse du couvert mais pas trop tard pour minimiser les potentiels effets négatifs sur la disponibilité en eau pour la culture suivante.

On considère qu'à partir de 3 t de MS/ha le couvert a atteint ses objectifs.

Les résultats de nos essais ont mis en évidence qu'il est plus facile d'obtenir des sols ressuyés lorsqu'il y a un couvert, ces derniers consommant de l'eau pour leur évapotranspiration.

Par contre, ce dernier peut plus ou moins limiter la quantité d'eau disponible pour la culture suivante selon le climat de l'année

Outil d'aide à la décision



Pour pouvoir utiliser cet outil d'aide à la décision, il est nécessaire d'estimer la biomasse du couvert, l'état de ressuyage du sol et les précipitations à venir.

Différentes méthodes d'estimation de la biomasse existent et sont proposées. Elles sont détaillées et évaluées dans le compte rendu de la journée.

Biomasse du couvert :

- **Méthode Destructive** : Méthode de référence basée sur un prélèvement au champ
- **Méthode Genoux** : On considère que dès que le couvert a atteint le genou les objectifs de 3 t de MS/ha sont atteints
- **Méthode Suisse** : Méthode d'estimation rapide au champ qui consiste à évaluer la biomasse à partir du pourcentage de surface couverte et de la hauteur du couvert.

Test de ressuyage :

Méthode qui permet de déterminer par toucher l'accessibilité à la parcelle par les outils

Météo :

- **Prévisions journalières**: précipitations journalières prévues sur 15 jours (météo-radar, météoagricole, accuweather,...)
- **aleapluie.modelia.org** : probabilité des cumuls de précipitations sur 15 jours (semaine à venir et semaine suivante)

Test de ressuyage du sol

Source : <https://www.arvalis.fr/infos-techniques/attendre-le-ressuyage-des-sols-en-profondeur-avant-d'intervenir>

Objectif

Vérifier que le sol est suffisamment portant et ressuyé pour être travaillé,

Protocole:

Tous les 10 cm:

Prendre une motte dans la main et exercer une pression entre les doigts :

- si elle s'émiette sans coller: le sol est au bon état d'humidité pour être travaillé ;
- si elle s'émiette en collant et forme des boulettes: il y a des risques de faire des mottes et de tasser le sol ;
- si elle est modelable et colle aux mains: il est beaucoup trop tôt pour intervenir.

Attention, l'observation de l'état de surface n'est pas suffisante : il faut s'assurer que le sol est ressuyé sur une quarantaine de centimètres (épaisseur potentiellement sensible au tassement).

ARVALIS Institut végétal						
Humidité (%)	← +			→ -		
Type de sol						
Argileux		45%		35%		
Limono - argileux		26%		21%		
Limono - sableux		20%		18%		
Comportement de la terre	Elle est modelable et colle aux mains	Elle s'émiette en collant et forme des boulettes	Elle s'émiette sans coller et donne de la terre fine	Elle est difficile à briser et donne peu de terre fine		
Consistance	PLASTIQUE	SEMI-PLASTIQUE	FRIABLE	DURE		

Mesures de l'humidité du sol

Objectif

Suivre l'évolution de l'état hydrique du sol

Matériel

Il est possible pour cela d'utiliser des sondes tensiométriques ou des sondes capacitatives. Ces sondes sont utilisées pour le pilotage de l'irrigation des cultures d'été. A cette époque de l'année, elles ne sont donc généralement pas encore installées dans les parcelles donc disponibles.



Sondes tensiométriques



Sondes capacitatives Sentek - Photos Agralis

Sondes capacitatives

Critère	Sonde tensiométrique	Sonde capacitive
Principe	Mesure tension de l'eau dans le sol (énergie nécessaire pour que la plante puisse extraire l'eau). + la valeur est élevée + le sol est sec	Mesure la perméabilité diélectrique du sol, qui varie en fonction de la teneur en eau
Variable mesurée	Potentiel matriciel de l'eau dans le sol (en Centibars)	Teneur en eau volumique (en %)
Avantages	Peu coûteux (à l'unité mais vendu par lot de 6: 3 jeux de sondes pour 0-30cm et 30-60cm de profondeur)	Précision et fiabilité de la mesure dans le temps
Inconvénients	Temps de réaction plus long (besoin d'équilibre entre sonde et sol) Détérioration plus rapide, désenclenchement quand le sol est trop sec	Plus cher Difficulté de mise en œuvre (Besoin d'un calibrage précis en fonction du type de sol)

Alternative

Compte tenu du coût élevé de ces équipements, ce guide propose également un accompagnement méthodologique permettant la conception et la fabrication de sondes capacitatives artisanales.

Liens

[Découverte des sondes capacitatives et premiers résultats](#)



[Sondes capacitatives : Comment les programmer pour suivre l'humidité du sol en interculture](#)



Mesures de la biomasse des couverts

Objectif

Pouvoir suivre rapidement et simplement la biomasse des couverts.

Pour cela 2 méthodes ont été comparées à la méthode destructive de référence.

Cette dernière, basée sur des prélèvements à l'aide de quadrats d'1m² est plus précise mais plus longue et nécessite une étuve.

info+ : <https://www.gip-lia.fr/wp-content/uploads/2023/12/Kit-suivi-des-couverts-et-des-meteils.pdf>

Méthode "Suisse"

La biomasse du couvert est estimée selon l'équation:

$$B = \text{pente} * C * H + \text{constante}$$

avec

B: Biomasse en Kg/ha

H: hauteur du couvert en cm

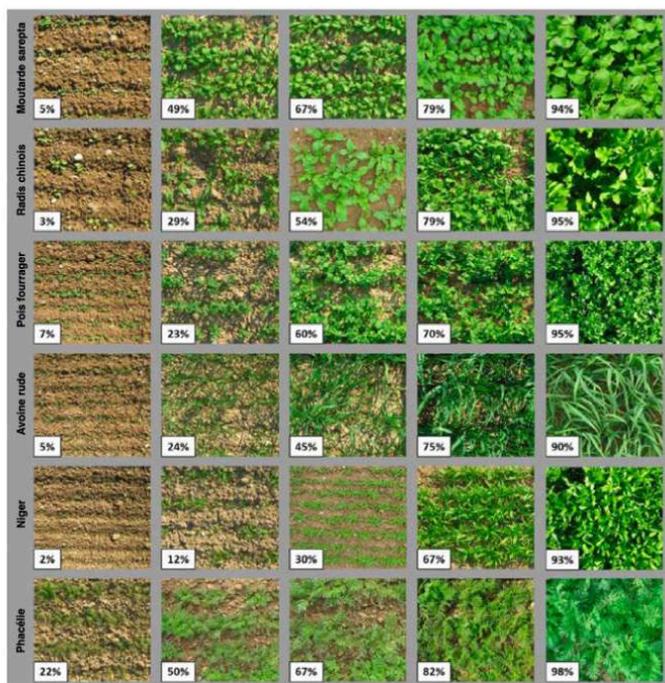
C: taux de couverture en %

Pente et constante sont 2 paramètres qui varient selon les espèces (voir tableau).

Par exemple pour la féverole ils valent respectivement 0,58 et 276

Si l'espèce n'est pas référencée ou si un mélange est utilisé, ce sont les paramètres du "modèle général" qui seront utilisés.

Info +: Büchi et al. 2016 https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/pdf_archive/2016_03_f_2159.pdf



Comparaison des méthodes

Les 3 méthodes ont été comparées sur notre modalité féverole en 2025.

La méthode Suisse a été testée également sur un autre essai implanté sur le lycée en 2021 avec différentes crucifères (moutarde blanche, M.abysinie, M. brune; Radis fourrager et Navette)

Les méthodes non destructives ont tendance à sous-estimer la biomasse du couvert notamment au-delà de 2 t de MS/ha

Méthode "Genoux"

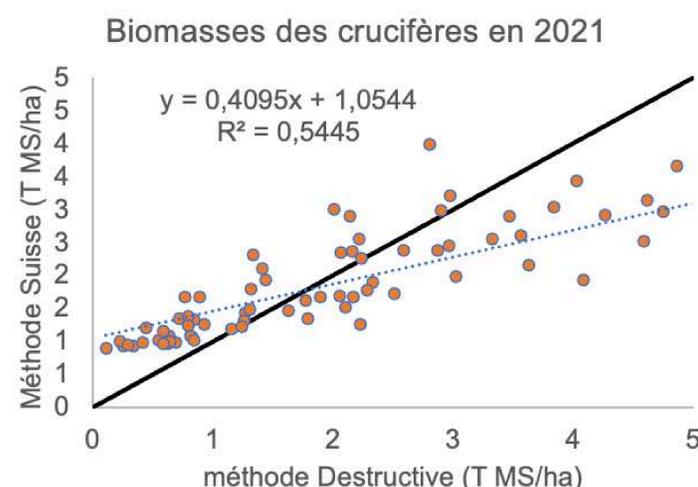
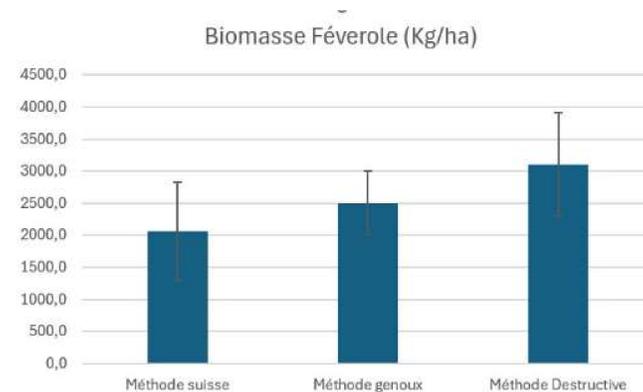
Méthode d'estimation rapide à partir de la hauteur du couvert :

- Cheville= 1 tonne MS/ha
- Genoux= 3 tonnes MS/ha
- Ceinture = 5 tonnes MS/ha
- Epaule = 10 t MS/ha

Source : Chambre d'agriculture des Landes:

https://landes.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Nouvelle-Aquitaine/101_Inst-Landes/Documents/techniques_et_innovations/PV/2020_fiche_reussir_couverts_vegetaux.pdf

	Pente	Constante
Modèles spécifiques		
Moutarde blanche (<i>Sinapis alba</i>)	0,37	836
Moutarde sarepta (<i>Brassica juncea</i>)	0,61	686
Navette (<i>Brassica rapa campestris</i>)	0,96	-23
Radis chinois (<i>Raphanus sativus longipinnatus</i>)	1,43	-264
Radis fourrager (<i>Raphanus sativus</i>)	0,90	385
Féverole (<i>Vicia faba</i>)	0,58	276
Lentille (<i>Lens culinaris</i>)	0,78	128
Pois fourrager (<i>Pisum sativum</i>)	0,83	78
Trèfle d'Alexandrie (<i>Trifolium alexandrinum</i>)	0,58	60
Vesce commune (<i>Vicia sativa</i>)	0,92	19
Avoine rude (<i>Avena strigosa</i>)	0,74	10
Moha (<i>Setaria italica</i>)	0,56	28
Sorgho (<i>Sorghum sudanense</i>)	0,52	-48
Tournesol (<i>Helianthus annuus</i>)	0,65	-348
Niger (<i>Guizotia abyssinica</i>)	0,58	149
Phacélie (<i>Phacelia tanacetifolia</i>)	0,69	344
Sarrasin (<i>Fagopyrum esculentum</i>)	0,61	-292
Lin (<i>Linum usitatissimum</i>)	0,57	403
Chanvre (<i>Cannabis sativa</i>)	0,51	-251
Chia (<i>Salvia hispanica</i>)	0,47	101
Modèle global	0,53	433



AléaPluie

AléaPluie est un service gratuit en ligne de prévisions probabilistes de cumul de précipitations pour l'agriculture. Il fournit des informations sur les probabilités d'atteindre un certain seuil de cumul de précipitations sur les 2 semaines à venir sous forme de cartes, à l'échelle de la métropole française.

Le modèle utilisé est le modèle SIFS-EPS proposé par le Centre européen de prévisions météorologiques à moyen terme (ECMWF).

Source: Réseau Science des données et modélisation (www.modelia.org), Acta - les instituts techniques agricoles, Arvalis, IFV, Terres Inovia, IDELE & Météo France (CNRM)

Info +: <https://www.youtube.com/watch?v=4fbiFM5YaR8>



aleapluie.modelia.org

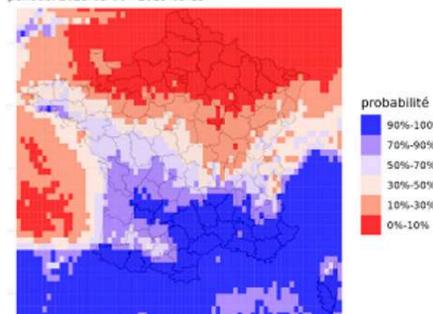
Résultats

Les prévisions météo ont été comparées aux précipitations réelles obtenues sur le site d'info climat. On considère qu'à partir de 50-70% de probabilité, le cumul de pluies a suffisamment de chance d'être atteint.

Prévisions à 1 semaine (du 06/03 au 13/03/2025)

Cumul de précipitations (mm)	Probabilités
10 mm	90-100%
15 mm	50- 70%
20 mm	50-70%
30 mm	10-30%
Cumul réel= 23 mm	

probabilité somme précipitation >=15mm sur la semaine 1
période: 2025-03-06 - 2025-03-13

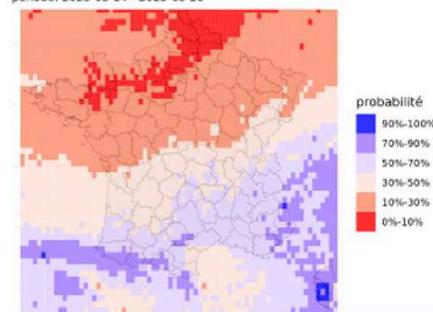


AléaPluie prévoyait une forte probabilité d'avoir plus de 20 mm de pluie. La prévision était proche de la réalité

Prévisions à 2 semaines (du 14/03 au 20/03/2025)

Cumul de précipitations (mm)	Probabilités
10 mm	50-70%
15 mm	50- 70%
20 mm	30-50%
30 mm	10-30%
Cumul réel= 0,6 mm	

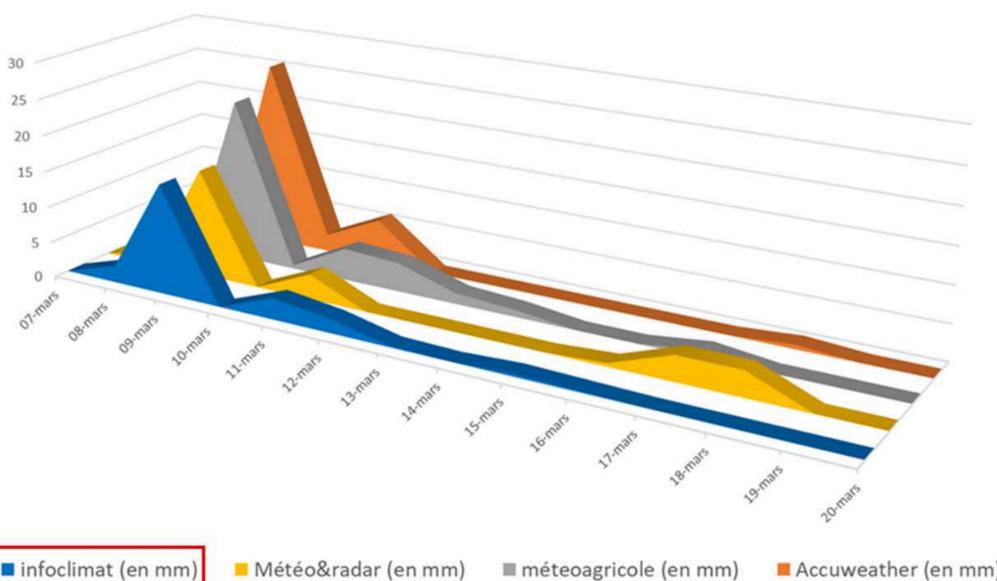
probabilité somme précipitation >=15mm sur la semaine 2
période: 2025-03-14 - 2025-03-20



AléaPluie prévoyait une forte probabilité d'avoir plus de 15 mm de pluie. La prévision était sur-estimée

Comparaison avec des prévisions journalières

Les prévisions météo journalières de 3 autres applications ont été comparées aux précipitations réelles obtenues sur le site d'info climat.



Les résultats sont proches d'AléaPluie. Ces derniers utilisant les mêmes modèles climatiques

Conclusion

AléaPluie est intéressant car il permet de vérifier directement si le cumul de pluie fixé à des chances d'être atteint, mais les prévisions sur la deuxième semaine sont moins fiables.

Impact des couverts sur la disponibilité en eau pour la culture suivante

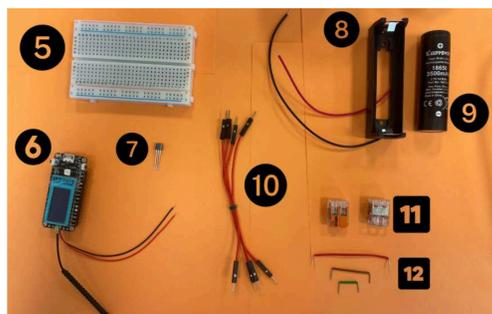
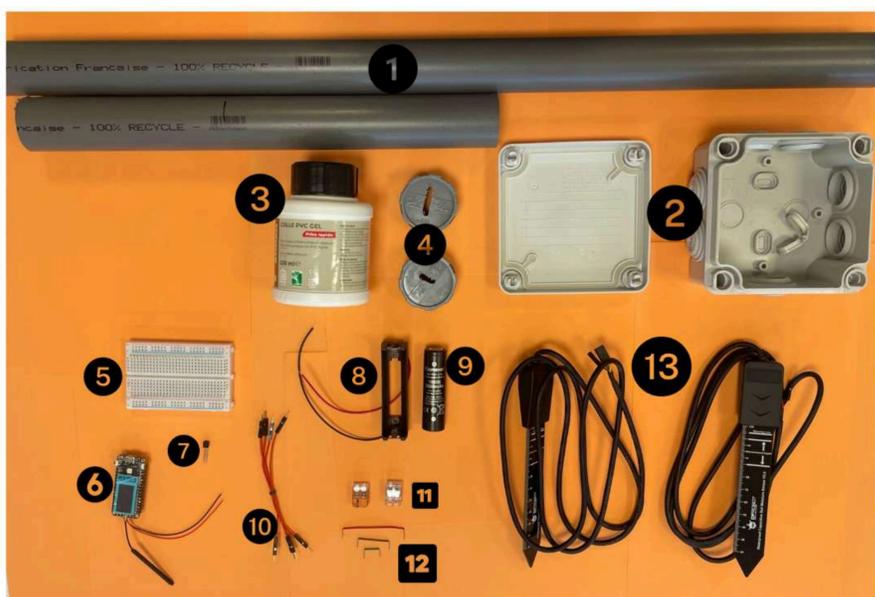
Contexte:

Réalisé par : BRUNET Pauline BTS ACD2 2024-2025

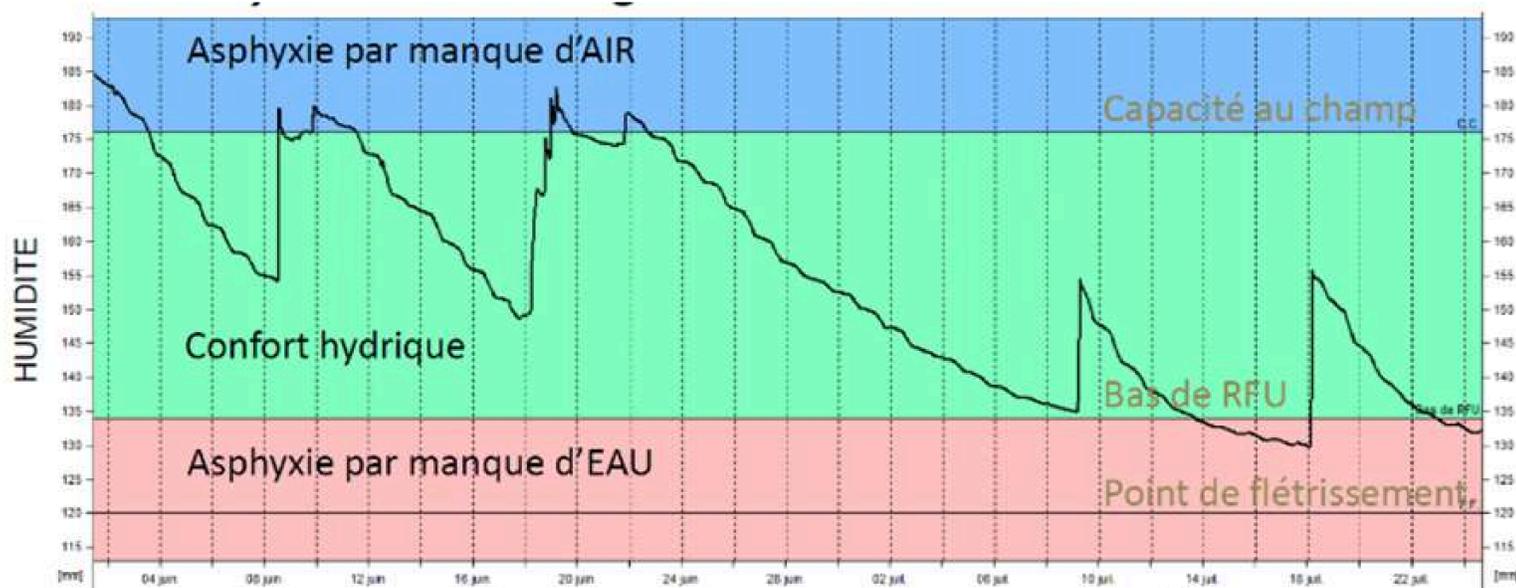
Type de sonde	Mesures
Sondes capacitives	Pourcentage d'humidité sur une surface/horizon donnée
Sondes tensiométriques	Force qu'a besoin la plante pour extraire l'eau du sol

Les composants

Type de sonde	Prix	Moutarde ≈ Labour
Sondes capacitives autos-construites	300€	1300€ à 1700€
Sondes capacitives sur le marché	1600€ à 2000€	
Sondes tensiométriques sur le marché	1200€	



	Composants	Prix	Où le trouver
1	Tubes PVC	5,30€	Mr.Bricolage
2	Boîtier étanche	8€	Mr.Bricolage
3	Colle PVC gel (silicone)	15€	Mr.Bricolage
4	Bouchons à visser	30€	Mr.Bricolage
5	Breadbord	4,50€	AliExpress
6	Carte CubeCell HTC AB02	15€	Heltec
7	Transistor	0,80€	Gotronic
8	Support de pile LiPo	3€	Gotronic
9	Pile LiPoc	23€	Gotronic
10	Câble mâle-mâle	2€	AliExpress
11	Connecteurs Wago (à au moins 2 entrées)	3€	AliExpress
12	Ponts de connexions	2€	AliExpress
13	Sondes capacitives	18€	Gotronic



Données
d'une
sonde
capacitive

Impact des couverts sur la disponibilité en azote pour la culture suivante

Réalisé par : Dardier Fabien, Roblot Alexandre, Brunet Pauline, Salgarella Thomas, Trochessec Romain BTS ACD 2023-2025

Contexte

Les couverts végétaux peuvent avoir divers effets sur la disponibilité en azote pour la culture suivante:

- effet positif: restitution par minéralisation de la biomasse du couvert
- effet négatif: prélèvement d'azote par le couvert pénalisant la culture suivante

Ajustement de la fertilisation azotée du maïs

Equation du bilan

$$X = ([Pf + Rf] - [Ri^* + Mh + Mhp + Mr + \mathbf{MrCI} + Nirr]) / CAU - Xa$$

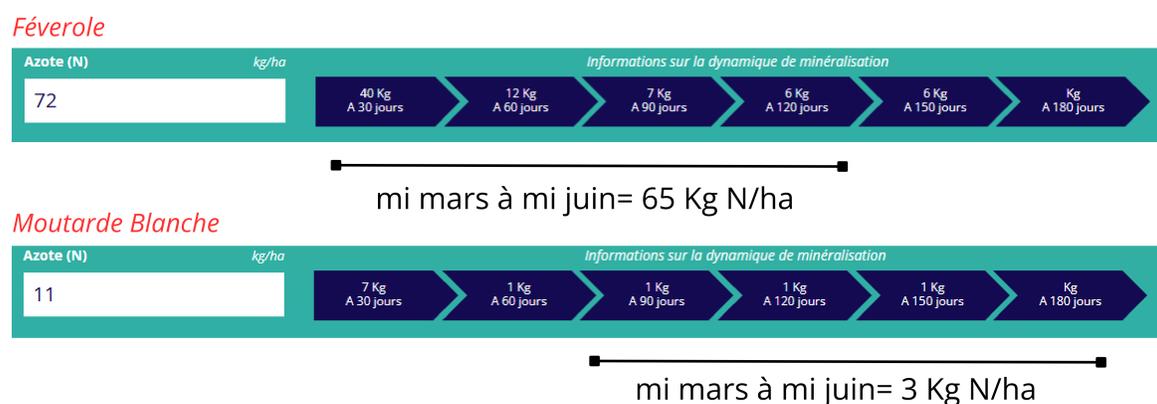
- Ri = Reliquat azoté à l'ouverture du bilan
- MrCI = Minéralisation de la culture intermédiaire

Pour prendre en compte l'effet des couverts sur la fertilisation du maïs nous avons testé 2 méthodes:

- **"bilan N classique"**: utilise les valeurs de Ri et MrCI fournies dans les annexes du référentiel régional
- **"bilan N avec mesures"**: remplace les valeurs de Ri et MrCI par la valeur mesurée par un reliquat azoté à la destruction pour Ri et la valeur estimée avec la méthode MERCI pour MrCI

Résultats

Minéralisation du couvert selon la méthode MERCI



	Bilan N classique		Bilan N avec mesures	
	Ri	MrCI	Ri	MrCI
Féverole	15	20	33	65
Moutarde	15	0	65	3
Labour	39	0	40	0

DOSE N PRÉCONISÉE (KG N/HA)



Dose N préconisées:

- sans couvert: = pour les 2 méthodes
- avec couvert: < selon bilan avec mesures car ce dernier prédit + de MrCI et + de reliquat (hiver moins pluvieux : 120 mm de dec à mars cette année contre 184 mm en année normale). De plus l'effet des différents types de couverts sur le Ri est mieux pris en compte (le bilan classique ne les discriminant pas)

Suite de l'essai

Plan de l'essai

LABOUR	Féverole 200kg/ha	Moutarde blanche ARCHITECT 7kg/ha	Fertilisation
			Fertilisation 1
			Fertilisation 2
			Fertilisation 3

Plan des apports

	Apport 1 (semis)	Apport 2 (2-4f)	Apport 3 (8-10f)	N tot
Ferti 1	20	0	0	20
Ferti 2	20	50	50	120
Ferti 3	20	90	90	200

Pour comparer les doses préconisées selon nos 2 méthodes, différentes doses de N sur le maïs sont testées:

- Ferti 1 = Fertilisation limitante
- Ferti 2 = Fertilisation proche "bilan avec mesures"
- Ferti 3 = Fertilisation "bilan classique"

Résultats à suivre...

Fiche bilan azoté du maïs

Réalisé par : Dardier Fabien, Roblot Alexandre, Brunet Pauline, Salgarella Thomas, Trochessec Romain BTS ACD 2023-2025

Calcul de la dose prévisionnelle

Le référentiel régional de mise en oeuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée du 16 avril 2025, permet de calculer, pour chaque îlot cultural situé dans la zone vulnérable de la région Occitanie, la dose prévisionnelle d'azote à apporter à la culture.

Info +: <https://www.occitanie.developpement-durable.gouv.fr/le-referentiel-regional-de-mise-en-oeuvre-de-l-a26010.html>

Pour le maïs, le calcul repose sur l'équilibre suivant :
Dose totale d'azote à apporter = besoins de la culture - fournitures du sol - les apports organiques

$$X = ((Pf + Rf) - [Ri* + Mh + Mhp + Mr + MrCI + Nirr]) / CAU - Xa$$

X	Apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse = dose totale à apporter
Pf	Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan
Rf	Reliquat d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan
Ri	Reliquat azoté à l'ouverture du bilan *
Mh	Minéralisation nette de l'humus du sol
Mhp	Minéralisation nette due à un retournement de prairie
Mr	Minéralisation nette de résidus de récolte
MrCI	Minéralisation nette de résidus de cultures intermédiaires
Nirr	Azote apporté par l'eau d'irrigation
CAU	Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais
Xa	Equivalent engrais minéral d'un produit organique

* le Ri peut être obtenu par calcul ou par mesure

Ri

Ri si Précédent autre que légumineuses et prairies:

Estimation du Ri en fonction de l'APL (azote potentiellement lixiviable) et du cumul de pluie hivernale pour chaque type de sol de la région

N° du Sol	8 Alluvions argilo-limoneuses à argileuses													
	Cumul de pluie du 1/10 au 1/03													
APL	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
0	50	50	45	45	40	40	35	35	35	35	35	35	35	35
20	60	60	55	50	45	40	40	35	35	35	35	35	35	35
40	75	70	65	60	50	45	40	40	35	35	35	35	35	35
60	85	80	75	65	60	50	45	40	35	35	35	35	35	35
80	95	90	85	75	65	55	45	40	35	35	35	35	35	35
100	110	105	95	85	70	55	45	40	40	35	35	35	35	35
120	120	115	105	90	75	60	50	40	40	35	35	35	35	35
140	130	125	115	100	80	65	50	45	40	35	35	35	35	35
160	145	135	125	105	85	65	55	45	40	35	35	35	35	35

Calcul de APL (Azote Potentiellement Lixiviable) :

$$APL = (A^1 + \text{Azote minéral apporté au précédent} + \text{Azote organique apporté au précédent}^2 + MhpPrécédent^3 + MrCIPrécédent^4 - \text{Azote consommé par le précédent}^5) * \text{Coeff de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente}^6 + \text{azote organique apporté avant ouverture du bilan}^7$$

¹ Valeur A (Azote fourni à la culture précédente par la minéralisation) :

Ri si couvert en interculture:

Tableau 1 : Description des types de sol de l'Ouest Occitanie avec les postes Rf, Mh, valeurs A et valeur du Ri après une culture intermédiaire sur culture d'été :

N° de sol	Type de sol Nom vernaculaire	Argile (%)	Ca CO3 (%)	MO (%)	Cailloux (%)	Rf	Mh céréales d'hiver	Mh culture de printemps irriguée + départ. 65	Mh culture de printemps en sec sauf départ. 65	Mh culture de printemps en sec pour le départ. 65	Mh culture de printemps (maïs semences et maïs doux) en irrigué	Valeur A		Azote dans le sol après une culture intermédiaire avant culture d'été
												Culture précédente en sec	Culture précédente irriguée *	
1	Alluvions caillouteuses	20	0	1.5	25	23	22	111	53	111	84	132	190	8
2	Alluvions sableuses	10	0	1.5	0	36	19	81	39	81	61	129	172	8
3	Alluvions limoneuses à limono argileuses	20	0	1.5	0	39	22	83	45	83	63	160	191	15
4	Alluvions argilo-limoneuses à argileuses	35	0	1.7	0	37	24	94	50	94	71	166	202	15
5	Alluvions caillouteuses calcaires	20	20	1.5	25	20	11	50	26	38	102	124	124	8

Annexe B - Types de sols en Occitanie - Version définitive du 21/03/2025 - p. 59 / 112
Arrêté établissant le référentiel régional de mise en oeuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Occitanie

MrCI

2.5 : Mr CI : Minéralisation nette de résidus de cultures intermédiaires

Tableau 7 : Minéralisation nette de résidus de culture intermédiaire

	Production de la CI (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie d'hiver Destruction Nov/déc
Crucifères (moutarde, radis ...)	≤ 1	0
	2 (> 1 et < 3)	5
	≥ 3	10
Graminées de type seigle, avoine	≤ 1	0
	2 (> 1 et < 3)	0
	≥ 3	5
Graminées de type ray-grass	≤ 1	0
	2 (> 1 et < 3)	5
	≥ 3	10
Légumineuses	≤ 1	5
	2 (> 1 et < 3)	10
	≥ 3	20
Hydrophyllacées (Phacélie)	≤ 1	0
	2 (> 1 et < 3)	0
	≥ 3	5
Mélanges graminées - légumineuses	≤ 1	3
	2 (> 1 et < 3)	5
	≥ 3	13
Mélanges crucifères - légumineuses	≤ 1	3
	2 (> 1 et < 3)	8
	≥ 3	15

Dosage du reliquat azoté avec bandelettes

Source: Gaëlle Tisserand, Armeflhor

LE NITRATEST : ANALYSER SUR LE TERRAIN L'AZOTE DISPONIBLE DANS LE SOL

Comment faire un nitratest suite



2 Bien mélanger votre échantillon de terre.



3 4 Effectuez la tare de votre shaker puis versez-y votre terre et notez le poids exact (ex : 280g).



5 Préparez dans un récipient un volume d'eau égal au poids de votre terre préalablement pesée (ex : 280 g).



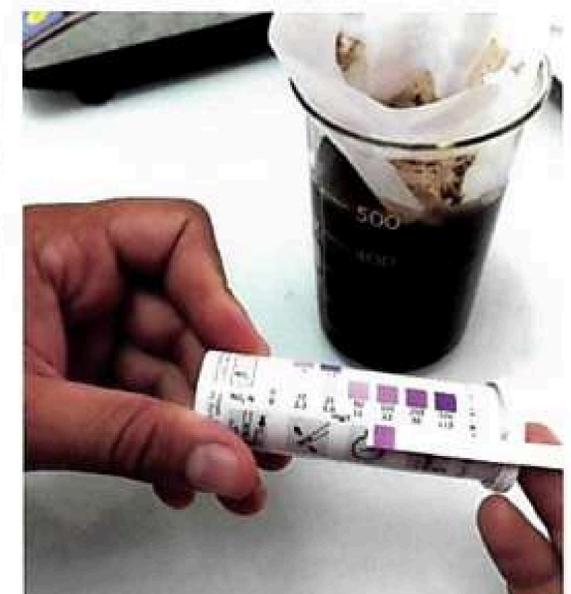
6 7 Ajoutez votre eau à votre terre puis mélangez énergiquement pendant 1 minute chrono.



8 Placez délicatement votre filtre à l'intérieur de votre préparation en l'enfonçant sur quelques centimètres.



9 Après une dizaine de minutes (varie en fonction du sol) votre préparation aura décanté. Plongez une bandelette Nitratest pendant 2 secondes dans le surnageant obtenu.



10 1 minute après trempage le résultat est obtenu. Comparez la couleur de la bandelette à l'échelle de couleurs présente sur le flacon. La teneur en nitrates est indiquée en mg/l (ppm). Pour avoir le résultat en unités ou kg d'azote, multiplier par 1.3 le résultat obtenu en ppm.

OÙ ACHETER LES NITRATESTS ?

- AgroRessources : info@agroressources.com
- Challenge-agriculture

Comptez une trentaine d'euros pour 1 tube de 100 bandelettes.

POUR EN SAVOIR

Gaëlle TISSERAND
gaelle.tisserand@armeflhor.fr
Fiche technique ARMEFLHOR, 2021



ARMEFLHOR - Institut technique horticole de l'Océan Indien
1 chemin de l'Irfa - Bassin Martin - 97410 SAINT-PIERRE
0262962260 | www.armeflhor.fr



MERCI

Méthode d'Estimation des Restitutions par les Cultures Intermédiaires



ARVALIS
Institut du végétal

INRAE



Exemples d'intégration des résultats issus de la méthode MERCI dans les calculs de bilan prévisionnel en azote

G. Véricel (ARVALIS), S. Minette (CRA NA) – 6 novembre 2020

La méthode MERCI permet de calculer, entre autres, la quantité d'azote minéral (*kg N/ha*) restituée par le couvert végétal au sol suite à la destruction de la culture intermédiaire. Cette quantité d'azote provient de la minéralisation des résidus (*enfouis ou laissés en surface*) et est, en partie ou totalement, disponible pour la culture suivante

Le résultat du calcul est exprimé de 2 manières différentes :

- ☞ Une valeur correspondant à la quantité d'azote totale fournie au bout de 6 mois (*kg/ha*).
- ☞ Une frise illustrant la cinétique de minéralisation de l'azote du couvert avec la valeur cumulée d'azote libéré mois après mois (*la somme de ces valeurs est identique à la valeur totale*).

Au-delà de 6 mois, la minéralisation des résidus de la culture intermédiaire est très faible (< 1 % de la quantité totale d'azote enfoui). Des valeurs négatives peuvent apparaître. Elles correspondent à un phénomène d'organisation nette de l'azote par la biomasse microbienne du sol, en particulier dans le (ou les) premier mois après la destruction de résidus à C/N élevé (> 25), c'est-à-dire des résidus de cultures intermédiaires « pauvres » en azote. Pour dégrader les résidus, les micro-organismes du sol consomment de l'azote minéral présent dans le sol et l'immobilisent ainsi temporairement sous une forme organique. Ce phénomène peut entraîner une moindre disponibilité de l'azote dans le cas d'un semis de la culture suivante proche de la destruction du couvert. Ce phénomène est également connu sous le nom "faim d'azote". Cet azote n'est pas définitivement perdu et peut être minéralisé ultérieurement (*lorsque les micro-organismes meurent par exemple*).

Méthode du bilan prévisionnel en azote

Dans la méthode du bilan azoté, les fournitures d'azote par les cultures intermédiaires sont prises en compte par le terme MrCI (*supplément d'azote provenant de la minéralisation des résidus de culture intermédiaire durant le cycle de la culture*).

Attention ! Sa valeur ne correspond pas toujours à la quantité d'azote totale calculée par la méthode MERCI au bout de 6 mois.

En effet, selon la date d'ouverture du bilan, une part de l'azote des résidus de culture intermédiaire est susceptible d'être déjà minéralisée et présente dans le reliquat d'azote minéral réalisé à « l'ouverture du bilan » (*terme Ri : reliquat azoté à la date d'initialisation du bilan => très souvent « reliquat sortie hiver »*).

Par contre, les possibles pertes par lixiviation, dues à une minéralisation précoce des résidus de cultures intermédiaires sont pris en compte dans la méthode MERCI à travers les

simulations STICS réalisées sur les 24 contextes climatiques de France métropolitaine croisés au 4 « grandes classes de réserve utile (RU) du sol ».

Afin d'approcher une valeur exacte du terme MrCi, il convient donc de « retrancher » une partie de la quantité d'azote annoncée par la méthode MERCI dans le cas où la destruction de la culture intermédiaire intervient à une **date très précoce** par rapport à l'ouverture du bilan. L'objectif est de ne pas comptabiliser deux fois l'azote issu de la minéralisation des résidus.

Exemple 1

Culture intermédiaire : avoine fourragère (strigosa) + vesce commune hiver

Biomasse atteinte : 4.7t de MS/ha

date de destruction : 15/02

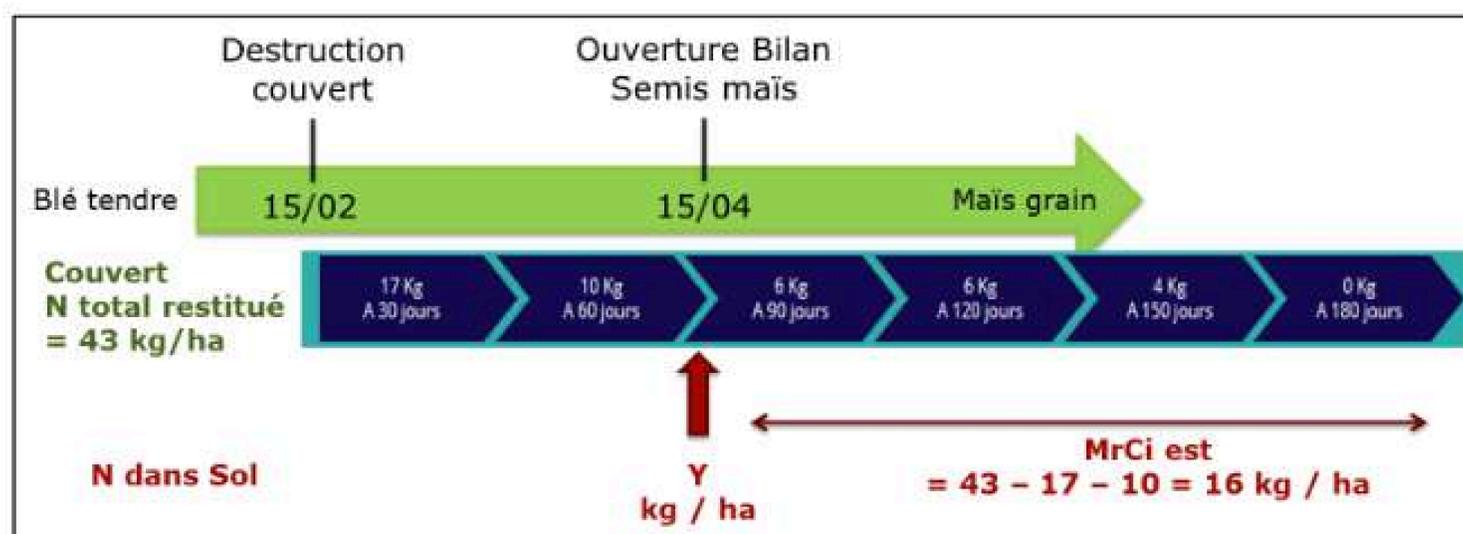
Semis culture suivante : Maïs – 20/04



L'ouverture du bilan est réalisée à la date de semis du maïs (date de mesure du reliquat d'azote minéral au semis), soit le 20/04.

L'azote restitué au sol par la culture intermédiaire est de **43 kg N/ha**.

Cependant, au 20/04, soit environ 60 jours après destruction du couvert, 17 + 10 soit 27 kg N/ha ont déjà été restitués lors de la minéralisation des résidus. Cette valeur est prise en compte dans la mesure du reliquat (Ri). Il ne reste donc que 16 kg N/ha ($43 - 27 = 16$ ou $6 + 6 + 4 + 0 = 16$) qui sera minéralisé au cours de la croissance du maïs.



Le supplément d'azote fourni par la minéralisation de cette culture intermédiaire au maïs (MrCi) est donc de **16 kg N/ha**.

Suivez nous sur notre chaîne youtube



Liste des vidéos à venir

- **GROUPE PASTEL**
- reportage vidéo de l'essai couvert
- interviews de producteurs et transformateurs de pastel

- **GROUPE BLE ANCIEN**
- interview chez Fred l'artisan Boulanger
- interview chez Moulin Maury
- interview chez Val de Gascogne
- interview itinéraire technique agriculteurs

- **GROUPE Couverts**
- Présentation de l'essai
- Découverte des sondes capacitatives