



Systemes de culture de blé dur avec rotation de pois chiche

8 questions à la pratique testée de 2015 à 2019



Moisson du « blé dur rotation » 27.06. 2019

Bérenger Carrier, producteur de Grandes cultures et semences dans la moyenne vallée de l'Hérault, élu à la Chambre d'agriculture

« L'Hérault a été précurseur pour le développement du pois chiches en France dans les années 2000. Sur notre exploitation, nous l'avons introduit il y a une dizaine d'années, pour casser le cycle des céréales à paille, pour son adaptation au climat méditerranéen, l'azote que la légumineuse apporte à la culture suivante, le décalage des semis permettant une meilleure gestion des adventices...et un débouché économique intéressant. Si la culture du pois chiche s'est bien développée chez les producteurs les plus spécialisés, elle reste encore trop marginale dans beaucoup d'exploitations qui pratiquent toujours la monoculture de blé dur. C'est pour ça qu'il était important à travers cette expérimentation, d'apporter des éléments concrets sur les multiples intérêts d'introduire du pois chiche ou des couverts dans la rotation. Sur le moyen et long terme, c'est une stratégie payante. De plus, la demande en protéines végétales explose, les légumineuses ont toute leur place dans nos rotations. A deux conditions, des solutions de lutte contre les ravageurs et que la rémunération soit au rendez-vous, sinon toute la stratégie s'écroule !»

Synthèse issue de l'essai Systleg conduit par les Chambres d'agriculture de l'Hérault et du Gard et Arvalis-Institut du végétal, sous la coordination de la Chambre d'agriculture de l'Hérault

Réalisation terrain : Alain Alliès, Nathalie Fortin, Enrick Georges de la Chambre d'agriculture 34, Philippe Braun, Pauline David et les équipes techniques Arvalis-Institut du végétal

Contact : alain.allies@herault.chambagri.fr

Remerciements à Céline Mendès 2015, Amandine Burbaud 2016, Romane Le Roy 2017, Ricardo Alvares 2018, Lola Debeire 2019, de la Chambre d'agriculture 34.

Avec la participation financière



Toutes les photographies (Crédit CA34) et les graphiques de cette plaquette ont été obtenus sur la parcelle d'essai localisée à Bayssan (Hérault).

Photo couverture : Vue des modalités d'essai 07.05.2018 - de gauche à droite : blé dur en rotation, engrais vert, blé monoculture, pois chiche, blé dur rotation, pois chiche.



Blé dur rotation 04.06.2019

Dans l'Hérault, en 2010, près de 80 % des blés durs sont des blés sur blés. Cette monoculture entraîne une pression importante du piétin échaudage et donc des nuisibilités agronomiques et économiques fortes, pouvant dépasser des pertes supérieures à 50% du potentiel de rendement. La monoculture pose également des problèmes sur les adventices, nématodes, zabres, cèphes. Varier les cultures dans sa rotation permet de briser le cycle des maladies et ravageurs. Cela est notamment important pour lutter contre le piétin.

Les rotations suivantes sont testées dans l'essai :

Rotation intensive : Délai de 1 à 2 ans entre chaque blé dur.

Retour peu fréquent : Maximum deux blés durs successifs avec rupture de 1 ou 2 ans.

Retour fréquent : Blé présent *a minima* 3 années sur quatre.

Monoculture : Présence du blé en permanence

La rotation est testée soit avec du **pois chiche**, soit un **engrais vert** (sans graminées).



Pois chiche (gauche) et blé dur rotation (droite) 16.05.2017

1/ quel est l'intérêt d'une Légumineuse dans les rotations en région méditerranéenne ?

Le tableau suivant résume, à dire d'experts techniques, les céréales à paille et les légumineuses pouvant entrer dans une rotation dans le Languedoc avec les problématiques liées à chacune d'entre elle.

Culture	Débouché	Med* sec, potentiel BD<40qx	Med sec, potentiel BD>40qx	Frein à l'itinéraire technique	Remarques
Blé dur	Semoule, Pâtes			Protéine	Prix pour un RDT seuil voisin de 35qx/ha : 250 €/T payé agri
Blé tendre	Meunerie, alimentation animale				Concurrent du blé dur si rapport prix BD/BT inférieur à 1,4
Blé tendre de force	Meunerie			Protéine	culture contractualisée
Orge	Alimentation animale, Brassicole aussi en AB, Paille de bonne qualité			Nécessité de débouché	Concurrent du blé dur si rapport prix BD/O inférieur à 1,4. Contrat orge amende blanche (filière spécifique). Orge brassicole : variété spécifique, démarche locale en AB
Triticale	Paille			débouché	Débouché spécifique éleveur
Pois chiche	Marché de niche, A développer en AB			Ravageur (sanglier, pigeon) Impasse technique sur le désherbage chimique et mécanique, Déclassement	Tête de rotation Exigence de vide sanitaire Culture contractualisée (prix payé est un frein)
Lentille	Marché de niche, A développer en AB			Culture au sol, Impasse technique désherbage, Déclassement	Tête de rotation. Rendement irrégulier. Sols à cailloux à éviter. Culture contractualisée
Pois protéagineux d'hiver	Alimentation animale			Prix, Interventions nombreuses et surveillance	Tête de rotation. Rendement seuil important, proche de 40 qx/ha. Petit PMG
Pois protéagineux de printemps	Alimentation animale			Obligation d'irrigation	Tête de rotation. Rendement seuil important, proche de 40 qx/ha. Gros PMG Irrigation destinée aux semences
Féverole	A développer en AB			Prix	Tête de rotation En association (méteil) AB En interculture, Potentiel de rendement, manque de données économiques en zone méditerranéenne

Orange : céréales à paille
Vert : légumineuses
*: climat méditerranéen (sans irrigation)

	Adapté
	Moyen
	Problématique
	Inadapté

A titre de complément, d'autres cultures peuvent prendre place dans une rotation :

Culture	Débouché	Med sec, potentiel BD<40qx	Med sec, potentiel BD>40qx	Frein à l'itinéraire technique	Remarques
Tournesol	Trituration et autre			Ravageurs (sanglier, oiseaux) Terre profonde	Rendement seuil supérieur à 25qx/ha. Zone protégée de semence.
Colza	Alimentation humaine, diester			Difficulté à lever Interventions nombreuses et surveillance	Rendement seuil 20 qx/ha car prix soutenu. Problème d'implantation irrigation pour assurer la levée
Sorgho grain	Alimentation Animal			Terre profonde	Prix Si irrigation : production de cultures de semence
Production fourragère	Fourrage (luzerne, sainfoin, graminée)			Equipement spécifique Rotation longue	Tête de rotation. Reliquats azotés (légumineuses). Limite le développement des graminées (fauche). AB
Production de semence d'hybride	Tournesol, colza, sorgho, maïs			Nécessité d'irrigation	Tête de rotation. Obligation d'irrigation dans le contrat de production.
Production de Biomasse	Miscanthus, Sorgho, Ray-grass...				Culture possible aussi avec irrigation pour obtenir un rendement intéressant. Culture pérenne bloquant les sols sur de nombreuses années, implantation de rhizomes très coûteux au départ.

Les Légumineuses (terme considéré valide pour désigner les Fabacées en raison d'un long usage) sont des plantes dicotylédones, source de protéines végétales recherchées pour l'alimentation humaine et animale.

De nombreuses espèces se caractérisent par une activité symbiotique de fixation de l'azote atmosphérique grâce aux bactéries présentes dans leurs nodosités. Elles sont importantes dans les rotations de culture, apportant naturellement l'azote y compris à la culture suivante, par la facilité d'implantation de celle-ci (peu de résidus et sol non tassé), et par leur travail du sol à l'aide du système racinaire.

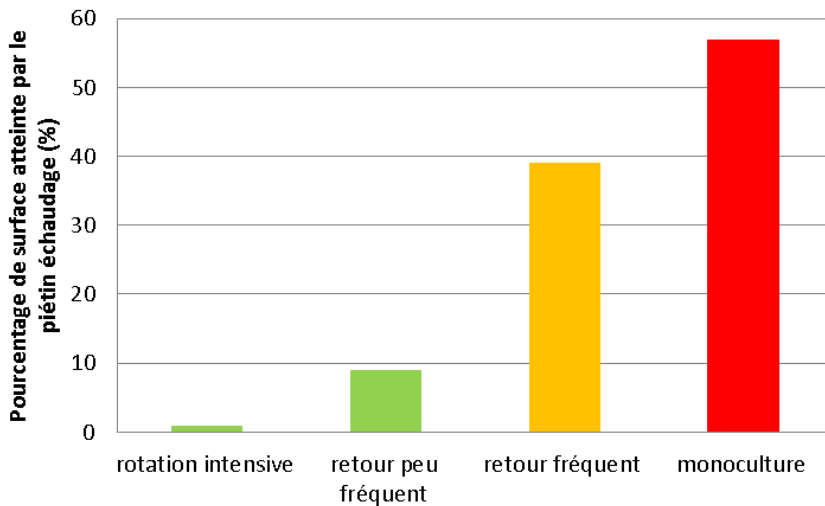


Pois chiche, 2017



➤ **Surface atteinte selon les modalités en 2018 :**

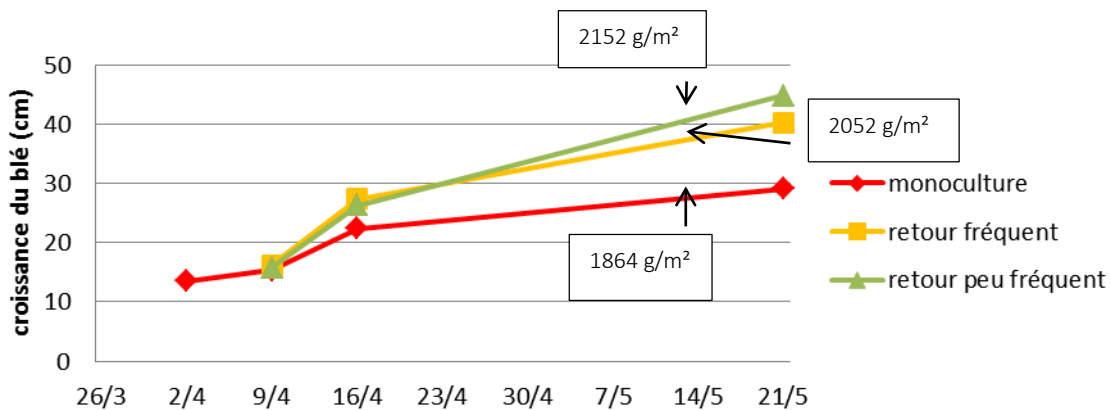
- ✓ **En système monoculture**, plus de 50% de la surface est atteinte par le piétin échaudage avec mortalité de plantes.
- ✓ **En système de culture avec des blés durs peu fréquents à fréquents**, l'impact du piétin est négligeable la deuxième année et se ressent très fortement à partir de la 3ème campagne en blé dur ou céréales à paille.
- ✓ **En système à rotations intensives**, l'atteinte est faible voire très faible et surtout économiquement supportable puisque moins de 10% de la surface est atteinte avec une très faible pression (pas de mortalité des plantes).



Surface atteinte par le piétin échaudage, 2018 - moyenne des répétitions

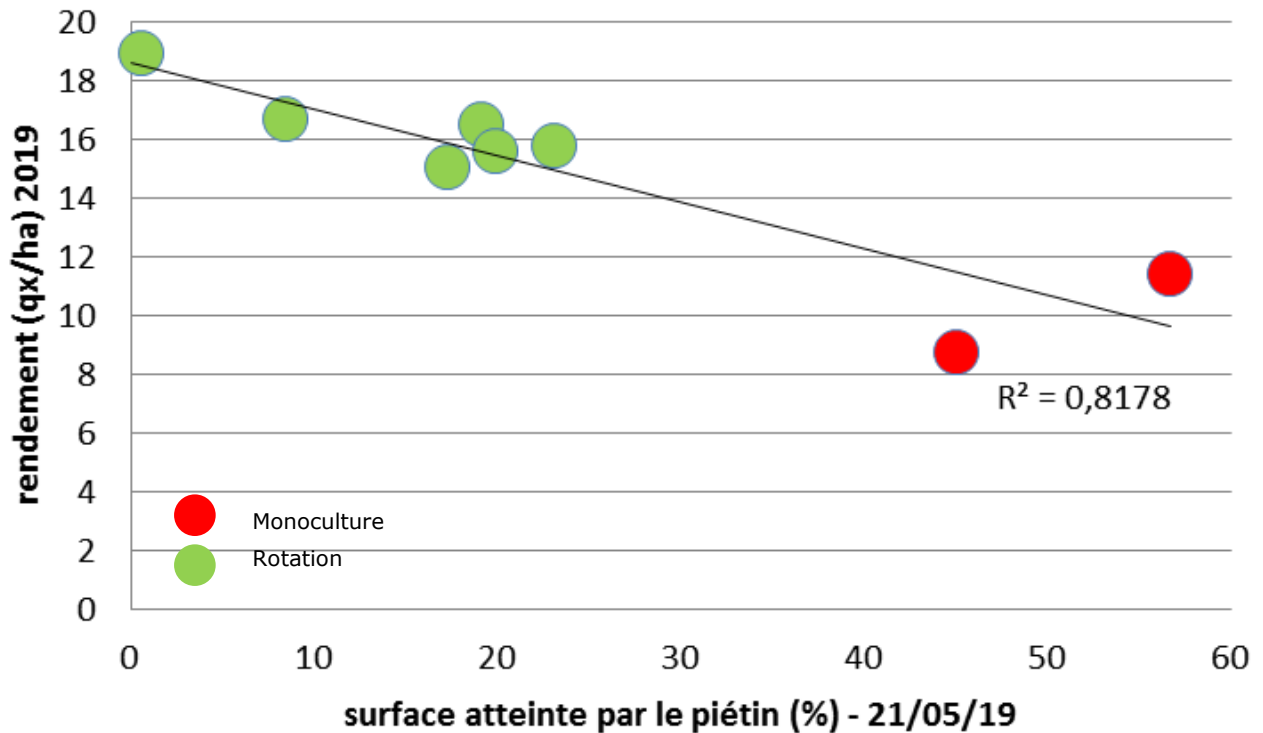
➤ **Impact sur le blé en 2019 :**

Le piétin échaudage a un impact direct sur la croissance de la plante. La croissance a été suivie sur 4 dates. Les blés en monoculture (5^{ème} blé dur en 2019) croissent moins que ceux en rotation (quel qu'il soit) et la biomasse aérienne le corrobore.



Dynamique de croissance du blé et biomasse aérienne 2019 – moyenne des répétitions

Le graphique suivant met en parallèle les rendements obtenus en 2019 et les évaluations de surface de piétin échaudage par modalité. Toutes les répétitions en blé en 2019 sont représentées. Le rendement est corrélé négativement à la surface de piétin échaudage.



Relation rendement vs % surface de piétin pour 2019 – toutes les répétitions sont individualisées.



Piétin échaudage sur racines blé dur – 09.03.2017

Le champignon (*Gaeumannomyces graminis*) contamine les racines du blé dur entraînant leur nécrose. En fin de cycle, il conduit à un échaudage des pieds atteints. Une attaque très précoce provoque la destruction des plantes hôtes.

Rompres le cycle du champignon par l'introduction de pois chiche ou engrais vert tous les 2 ans permet de limiter la pression du piétin échaudage sur le blé à 10% maximum de la surface cultivée. Par les rotations intensives, l'agriculteur récupère les 50% de perte de rendement de la monoculture.



Piétin échaudage sur 4^{ème} blé dur – 09.03.2017

3/ Peut-on réduire l'usage de produits phytosanitaires ?

OUI

➤ **La présentation des résultats selon un cumul des années et règles de décision de l'essai :**

L'essai permet de faire un cumul des passages liés à un objectif donné sur l'ensemble des années de suivi, par exemple : « Insecticides ».

Les interventions pour traitements phytosanitaires à Bayssan suivent les règles :

- ✓ Pas d'insecticides sur blé dur et engrais vert. L'insecticide sur pois chiche est déclenché sur piégeage des vols d'héliotis soit chaque année sur l'essai.
- ✓ Le fongicide sur pois chiche se décide sur observations et selon les pluies, en l'occurrence il n'y a eu aucun fongicide sur pois chiche sur la durée de l'essai. Il n'y a pas de fongicide sur l'engrais vert.

➤ **Impact des rotations sur le nombre d'interventions :**

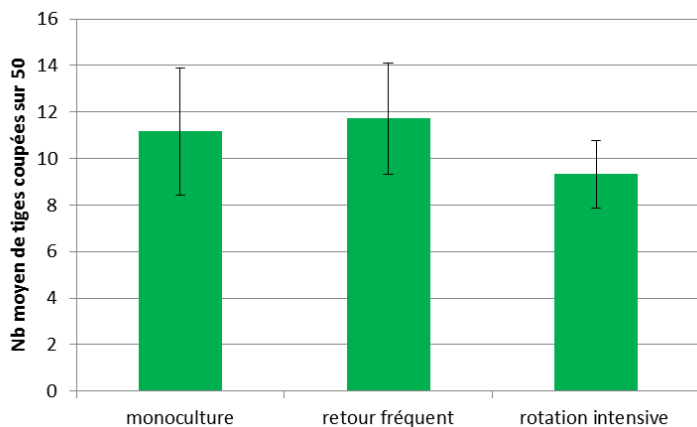
L'allongement des rotations permet inéluctablement de diminuer le nombre d'interventions pour traitements phytosanitaires sur la durée de la rotation, passant ainsi de 4 en monoculture à 2.7 en rotation intensive. Cette diminution entraîne un gain de temps non négligeable (10 minutes/intervention/ha), s'ajoute à cela l'économie de carburant.

	Monoculture	Retour fréquent	Retour peu fréquent	Rotation intensive
Insecticides	0	0.5	0.8	1
Fongicides	4	2.75	2.25	1.7

Nombre de passages cumulés sur la durée de l'essai : 2015-2019, moyenne des répétitions intra année.

➤ **Impact des rotations sur les dégâts de cèphes sur blé dur - 2019 :**

2019 a été sujet à des dégâts de cèphes sur la parcelle (ravageur qui provoque la chute des tiges au sol avant moisson rendant impossible leur récolte, pertes de 5% à 30% de rendement).



Dégâts cèphes - Nb moyen de tiges coupées sur 50 et interval de confiance des comptages- 18 juin 2019

- Bien qu'il n'existe pas de traitement phytosanitaire contre les cèphes, il a paru intéressant de procéder à des comptages pour évaluer un effet éventuellement prophylactique des rotations.
- Les comptages ne montrent pas statistiquement d'incidence des systèmes de rotation sur les dégâts de cèphes.



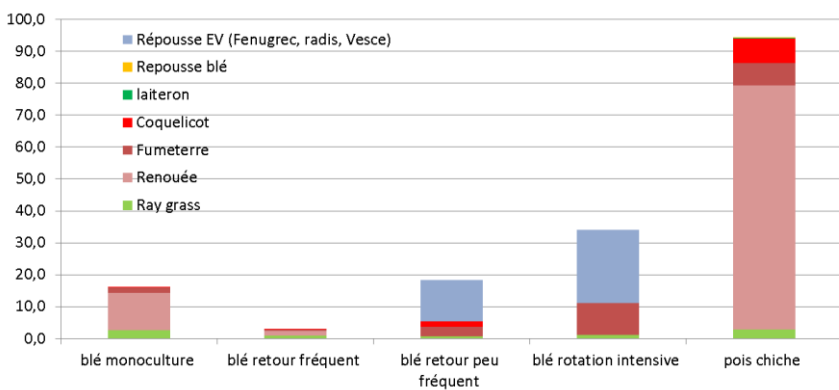
OUI

➤ Impact des rotations sur le nombre d'interventions :

	Monoculture	Retour fréquent	Retour peu fréquent	Rotation intensive
Herbicides	7	8	5.5	5.7

Nombre de passages cumulés sur la durée de l'essai : 2015-2019, moyenne des répétitions intra année

➤ Impact des rotations sur la diversité floristique 2019 :

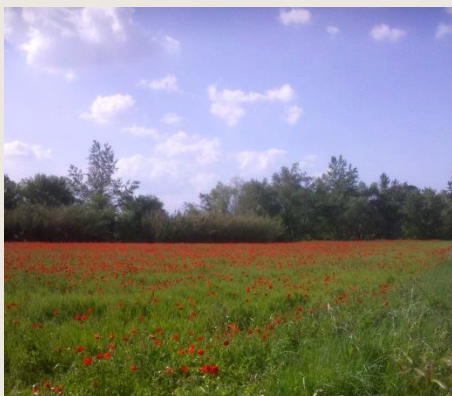


L'introduction du pois chiche augmente la diversité et l'abondance de la flore présente sur la culture. Ceci par le décalage des dates de semis mais aussi et surtout par le peu d'homologations de substances actives herbicides sur cette production de niche. Par opposition, sur les blés qui suivent, l'impact des adventices est moindre, avec une baisse des résistances.

Le décalage des dates de semis du pois chiche entraîne la présence d'une flore différente se rapprochant plus de celle de printemps. Dans le cas d'un semis de pois chiche, la préparation en décembre permet la destruction des levées d'octobre à décembre type « faux semis », réduisant ainsi la présence de ray grass et de coquelicots.

Les rotations en alternant les familles de cultures :

- ✓ Limite l'apparition des résistances (Ray grass, coquelicots ...) en alternant les groupes d'appartenance HRAC des substances actives (les modes d'actions).
- ✓ Alterne les espèces d'adventices en variant les dates de semis de mi-octobre à février (espèces automne et printemps).
- ✓ Diminue le potentiel grainier en alternant travail et non travail du sol. Un blé dur derrière un pois chiche ou un engrais vert en semis direct. Un blé dur sur un blé dur en labour.



Coquelicots résistants aux Sulfonylurées dans le blé dur



Ray grass résistant à droite (au fop et au dim) et non résistant au centre dans le blé dur monoculture



OUI

➤ Règle de décision de l'essai :

- Les besoins en azote du blé sont calculés par rapport au rendement visé, soit sur cette parcelle 35qx/ha. Ces apports théoriques, non systématiques, sont réduits de la valeur des reliquats azotés issus de la campagne précédente. L'apport se fait théoriquement en 3 fois : 1 : 40 à 50 unités (réduit du reliquat) – 2 : différence du calcul théorique et des 1^{er} et 3^{ème} apport – 3 : 40 à 50 unités. Le 2^{ème} et surtout le 3^{ème} apport seront modulés en fonction du potentiel sur pied constaté et les conditions météo de la campagne¹.

- Il n'y a pas d'apport d'azote sur la légumineuse ni sur l'engrais vert.

➤ Impact des rotations sur le nombre d'interventions :

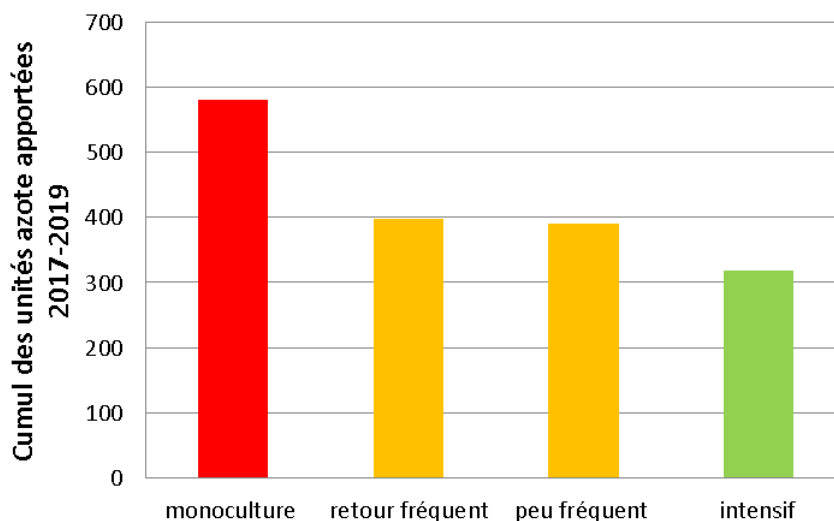
Le nombre de passages pour l'apport d'azote est en baisse avec les rotations, ce qui diminue le temps de travail et la consommation de gasoil.

	Monoculture	Retour fréquent	Retour peu fréquent	Rotation intensive
Nombre de passages pour l'apport azoté	7	6	5	4

Nombre de passages cumulés sur les campagnes 2017-2019, moyenne des répétitions intra année

➤ Impact des rotations sur les unités d'azote apportées :

La réduction des apports azotés est liée à la spécificité des Légumineuses à fixer l'azote atmosphérique. La légumineuse en fixant l'azote va laisser des reliquats exploitables par le blé qui suit.



Cumul des unités d'azote apportées 2017-2019 – moyenne des répétitions intra annuelles

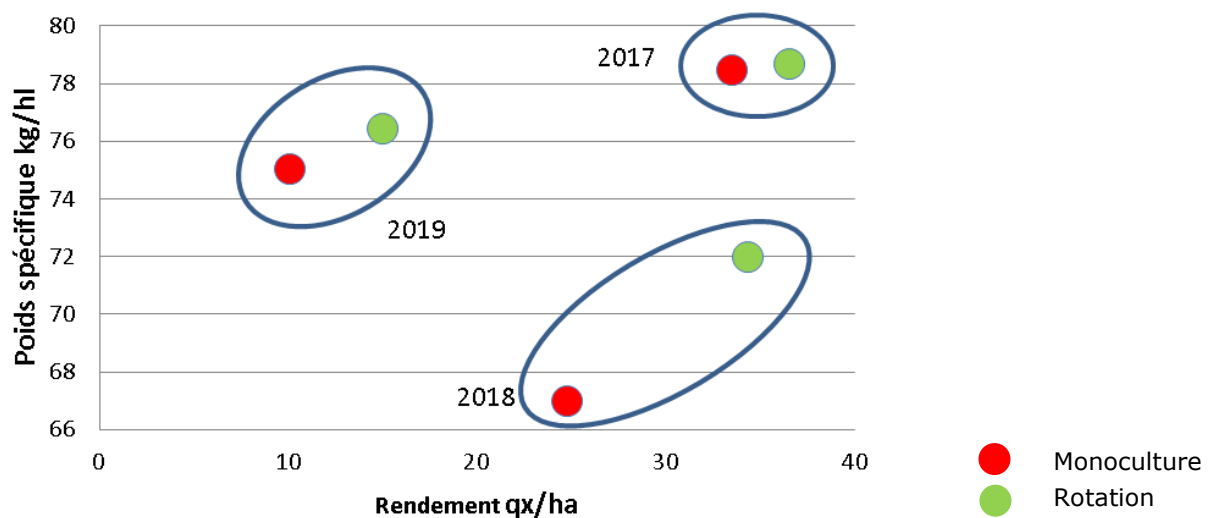
¹ Essai Valopot - Région Feader Agence de l'Eau 2016-2019 coordination Arvalis

6/ Le rendement et la qualité du blé dur sont-ils améliorés par la rotation ?

Oui, très souvent

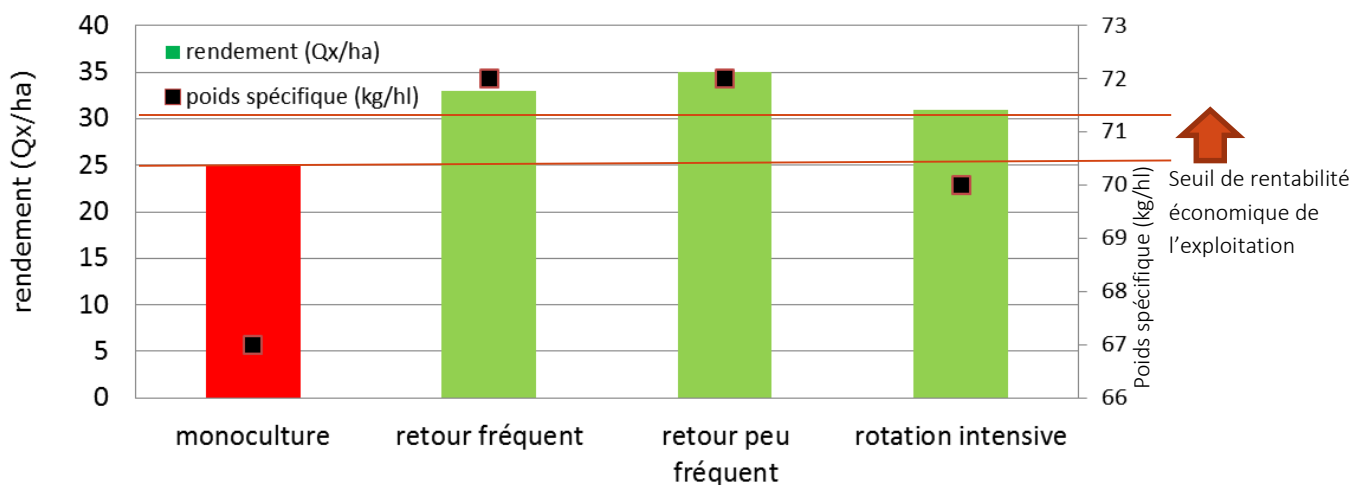
- Quelle que soit la rotation choisie, les performances (rendement et qualité) sont améliorées par rapport à un système en monoculture de blé dur :

Les performances des systèmes en rotation tous confondus sont supérieures à celles de la monoculture sur les 3 campagnes 2017 à 2019. En année de bonnes conditions (2017), le piétin étant un parasite de faiblesse, il entraîne moins de nuisance au blé.



- Quel que soit le type de rotation, l'alternance de productions permet d'atteindre et de dépasser le niveau de rentabilité économique de l'exploitation :

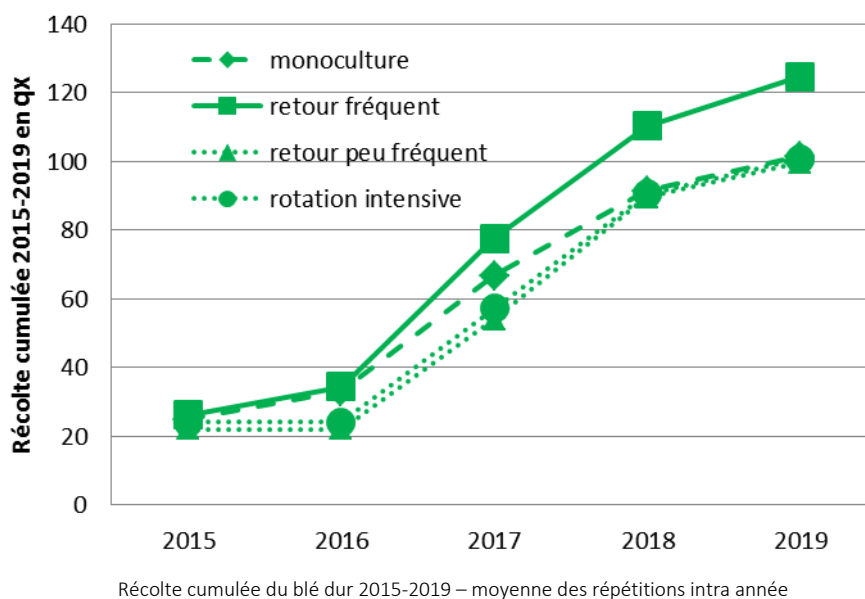
Les rotations permettent d'augmenter le poids spécifique (PS) de 3 à 5 points entraînant moins de réfaction sur le prix payé au producteur. Cela est notamment dû à la diminution de l'échaudage provoqué par le piétin. Dans l'essai, le seuil de rentabilité retenu est 30 qx/ha, ce rendement est atteint sur toutes les rotations.



Rendement du blé dur et poids spécifique 2018 – moyenne des répétitions

➤ Culture annuelle ... mais recul à prendre sur plusieurs campagnes :

Le cumul des récoltes de blé permet de comparer les itinéraires techniques sur un schéma de rotation. La pente de la courbe de la monoculture tend à ralentir. En 4 ans, la monoculture a perdu 22 qx/ha par rapport à la modalité retour fréquent. Les deux autres modalités de rotation n'ayant pas eu de blé dur en 2016 ne peuvent pas être comparées sur ce critère « cumul récolte ». Cependant avec une récolte en moins, elles sont déjà au niveau de la monoculture au bout de la 4^{ème} année.



La durée sur 4 récoltes est un minimum pour commencer à voir se dessiner des différences entre systèmes de rotation. Dans un contexte de culture sans irrigation, les conditions climatiques de l'année ont un poids prépondérant (2016, 2019). Il serait souhaitable de poursuivre les modalités sur au moins 7 ans pour statuer du gain de rendement.

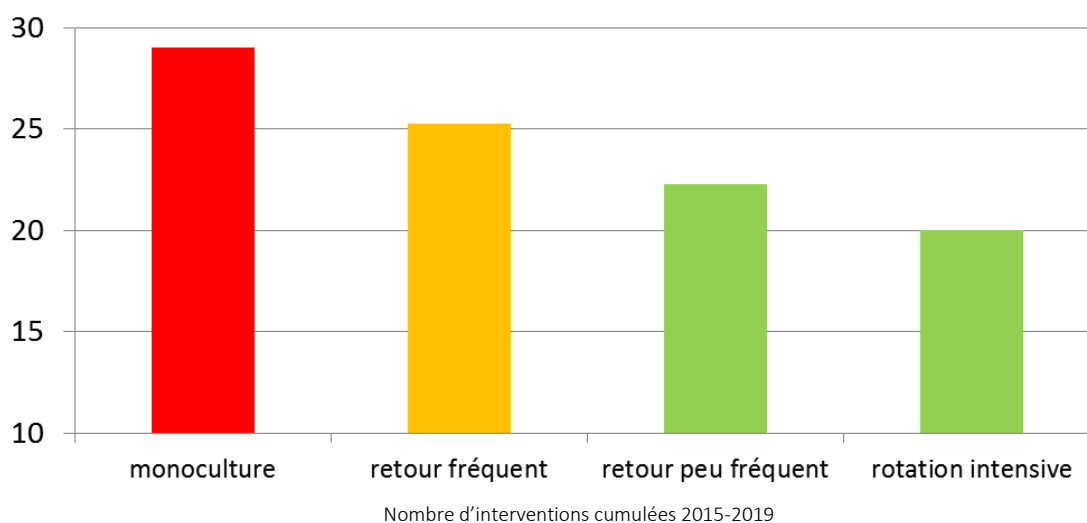
7/ Ce système de culture apporte-il un plus sur le plan économique ?

OUI

➤ Moins de passages, moins de gasoil, plus de souplesse dans le pic de travail :

La culture intensive de blé dur entraîne des interventions plus fréquentes à la parcelle, expliquées par la spécificité même de la culture et par une sensibilisation accrue aux parasites et adventices liée au retour fréquent de la culture.

Le graphique suivant compile toutes les interventions précédemment décrites et les travaux du sol, récolte.



Après un pois chiche (ou engrais vert ...), le conseil est de toujours réaliser un semis direct²

- Le semis direct permet de réaliser des économies en carburant jusqu'à 40 l/ha en fonction de l'itinéraire choisi mais aussi en temps, jusqu'à 2 h/ha de moins.
- Le délai de réentrée au champ lors de passages pluvieux au moment des semis est réduit. L'optimisation de la portance des sols atteinte par cette pratique sécurise les semis d'octobre.

L'évolution climatique en modifiant les pluies et leur répartition lors de la période de semis tend à réduire la fenêtre possible des semis. Une étude d'Arvalis sur la période 1980-2010 montre que cette fenêtre a été diminuée de 5 jours passant de 16.5 jours à 11.5 jours.

Une étude prospective réalisée par la Chambre d'agriculture de l'Hérault⁴ avec le modèle Aladin-climat (DRIAS / CNRM 2014 / Scénario RCP 4.5) montre que sur les périodes de semis 2021-2050, les précipitations tendraient à augmenter de 64 mm, avec une baisse du nombre de jours de pluie. Chaque pluie est donc plus importante et allonge les délais de ré-entrée. Le nombre de jours de semis possible décroît

Privilégier le semis direct quand c'est possible permet d'être plus rapide dans le semis et plus réactif. Les systèmes en rotation permettent d'inclure des semis direct du blé après toute autre culture.

² Essai Systleg parcelle 30 - Région Feader Agence de l'Eau 2016-2019

8/ Ce système de culture apporte-il un plus sur le plan environnemental ?

OUI



L'abeille et la phacélie 03.05.2018

La variété des espèces bénéficie grandement à la biodiversité autant animale que végétale. Plusieurs dates de semis et de récoltes favorisent les différents insectes et permettent d'assurer une reproduction plus sûre à l'ensemble de la faune présente sur le territoire.

Au début de l'essai, l'engrais vert était prévu en fourrage, mais la surface consacrée à cette production dans le cadre de l'essai est trop petite pour permettre la récolte et la commercialisation d'une telle production (investissement matériel ou disponibilité entreprise pour de si petites superficies). Cette production serait réalisable à l'échelle d'une exploitation de grandes cultures de plus de 200 ha en consacrant 10 à 15% de la surface en fourrage.

Pour la suite de l'essai, la phacélie est choisie pour remplacer l'engrais vert en mélange.

La mise en place de la phacélie comme engrais vert est une source importante de nourriture pour les insectes pollinisateurs et en particulier l'abeille domestique.



Engrais vert (phacélie) entre blé dur rotation et blé dur monoculture 23.04.2019

Carte identité de l'exploitation Domaine de Bayssan:

Département : Hérault

Commune : Béziers

Paysage : coteaux limono argilo sableux calcaires séchant, pH 8.5

Climat : sub aride supérieur (400-600mm/an), variante thermique douce (somme température active entre avril et septembre 1550-1650°C)

Type de production : grandes cultures : blé dur (objectif +30qx/ha), colza, pois chiche, pois protéagineux, blé tendre

Surface d'exploitation : 30 ha

Système de conduite : grandes cultures en sec, associations de cultures, engrais verts

Contextes réglementaires de production : zone périurbaine



Caractéristiques de la parcelle d'essai

Espèces : blé dur, pois chiche et engrais verts

Itinéraires techniques : différentes rotations avec légumineuses et engrais vert (composition variable selon les années)

Modalités testées : 13

Surface modalité : 12m x 150m

Présence de 2 parcelles témoin monoculture en blé dur

Période d'essai : 2015-2019

Points forts du site :

- + sol à faible potentiel agronomique, représentatif de plus de 30% des exploitations Languedoc Roussillon
- + culture en sec représentatif de 95% des producteurs grandes cultures hors semences
- + itinéraires techniques incluant des rotations correspondant aux attentes de 80% des producteurs de blé dur

Points faibles du site :

- type de sol entraînant des hétérogénéités de profondeur de sol
- cultures hiver uniquement : orientation vers des cultures non irriguées



objectif	validé	Non validé	A poursuivre
Gain de rendement/productivité	Ravageur – maladie - enherbement	Matière organique, pilotage N. mais aussi P.K.	Matière organique, pilotage N. mais aussi P.K.
Impact économique	Effet prix	Réduction de charge mécanisation	Effet Semis direct – matériel en commun - CUMA
Répartition des charges de travail sur l'année	Baisse du risque de non semis en bonne période	Temps de travaux/ha : Semis direct - entraide	oui
Evaluation économique des rotations		Gain / engrais vert (fourrage)	

Propositions : Evaluer l'intérêt de l'irrigation : 1 en début de cycle pour permettre la levée, 1-2 en fin de cycle pour finir la culture et atteindre le potentiel de rendement maximum.

Stratégies durables de rotations en conditions méditerranéennes proposées à l'issu de l'essai :

Les stratégies de rotation doivent tenir compte des problèmes des céréales à pailles (piétin échaudage,...) mais aussi des problèmes des autres productions (fusariose et ascochytose du pois chiche, sclérotinia et ravageurs du colza) et surtout être compatibles avec l'économie des exploitations agricoles.

Plusieurs stratégies sont proposées sur 9 campagnes. SD : semis direct, L : labour

Semis direct ou labour est un choix technique et économique. Le labour entre blés est privilégié pour maîtriser au mieux les adventices et pour diminuer l'impact des maladies telluriques et les ravageurs.

Rotation 1 : Rotation intensive idéale

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Blé Dur	Pois chiche	Blé tendre	Colza	orge	Engrais vert	Blé dur	Pois chiche	Blé tendre ou orge
SD	L	SD	SD	SD	SD	SD	L	SD

Rotation 2 : rotation retour peu fréquent du blé dur

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Blé Dur	Blé tendre	Pois chiche	Blé dur	orge	Engrais vert ou colza	Blé dur	Blé tendre	Pois chiche
SD	L	L	SD	L	SD	SD	L	L

Rotation 3 : rotation économique retour fréquent du blé dur, prix blé dur et pois chiche corrects

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Blé Dur	Blé Dur	Pois chiche	Blé Dur	Blé Dur	Engrais vert	Blé dur	Blé Dur	Pois chiche
SD	L	L	SD	L	SD	SD	L	L

Rotation 4 : rotation retour fréquent du blé dur

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Blé Dur	Blé dur	Blé tendre	Pois chiche	Blé dur	Blé dur	orge	Engrais vert	Blé dur
SD	L	L	L	SD	L	L	SD	SD

Rotation 5 : rotation retour fréquent du blé dur avec irrigation. Idéale pour lutter contre les ravageurs et adventices en alternant les cultures d'hiver et de printemps

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Blé Dur	Blé dur	Tournesol semence	Blé dur	Blé dur	Mais semence ou pois chiche	Blé dur	Blé dur	Colza semence
SD	L	L	SD	L	L	L	L	SD