



## Système ESC 0 Pest - ESC 0 Pest - REDUCE

Désherbage mécanique/thermique | Diversification et allongement de la rotation | Lutte génétique | Stratégie de couverture du sol

Année de publication 2019 (mis à jour le 28 Mar 2024)

 [PARTAGER](#)

### Carte d'identité du groupe



Structure de l'ingénieur réseau  
**Conventionnel, o phytosanitaire**

Nom de l'ingénieur réseau  
**REDUCE**

Date d'entrée dans le réseau  
**ESC 0 Pest**

**- 100 % d'IFT**

Objectif de réduction visé

### Présentation du système

### Conception du système

Le réseau expérimental RésoPest a été lancé en 2012 suite à une étude de faisabilité financée par le GIS Grande Culture à Haute Performance Economique et Environnementale. Ses objectifs expérimenter et évaluer les performances de systèmes de culture sans pesticides et d'analyser le fonctionnement de ces agroécosystèmes, notamment les régulations biologiques. Le niveau important par rapport aux pratiques agricoles conventionnelles et RésoPest se démarque de l'agriculture biologique par la possibilité d'utiliser des engrains de synthèse, ce qui donne, la poss niveaux de rendements plus élevés. Cette page concerne la deuxième version de cette expérimentation menée lors des campagnes 2019 à 2022 dans le cadre du projet REDUCE. Cette expérime la première version de oPest qui s'est déroulée sur cinq campagnes de 2013 à 2017.

#### Mots clés :

Zéro pesticides - Régulations biologiques - Diversification - Désherbage mécanique - Choix variétal - Date et densité de semis - Faux-semis

### Caractéristiques du système



**Rotation :** La rotation du système est menée sur quatre ans, avec deux céréales d'hiver et deux cultures de printemps, dont une à cycle décalé (pois chiche). Par rapport à la rotation de la précédente version de oPest, le sorgho et le tournesol ont été retirés. Le sorgho pour des raisons de fertilité insuffisante et le tournesol car les dégâts d'oiseaux étaient trop importants. Le pois chiche a été ajouté pour compléter la rotation.

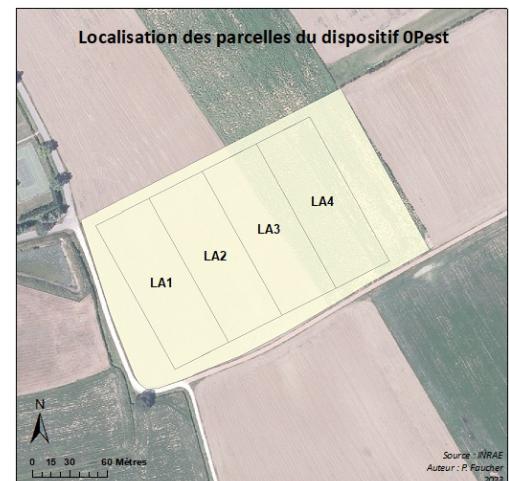
**Interculture :** Des couverts sont implantés après les blés (mélanges d'espèces ou espèces pures - vesces, moutardes, féverole, phacélie). Le choix est réalisé selon la disponibilité des graines et leur coût.

**Gestion de l'irrigation :** Pas d'irrigation.

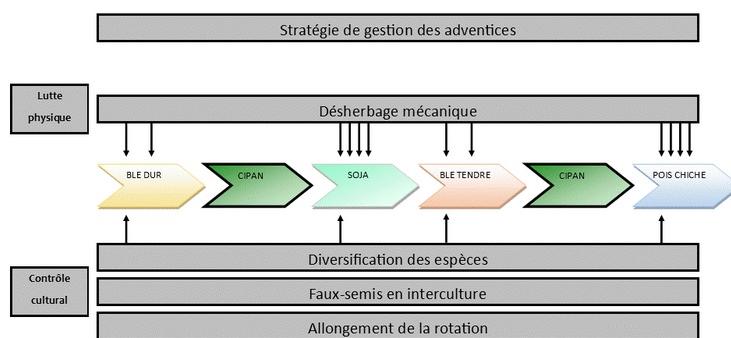
**Fertilisation :** Fertilisation minérale. Epandage ponctuel de compost à base de déchets verts.

**Travail du sol :** Labour occasionnel pour les cultures de printemps, herse rotative, déchaumeur à disques, binage en inter-rang (soja, pois chiche) et herse étrille sur blés.

**Infrastructures agro-écologiques :** Maintien d'une bande enherbée sur l'entourage de l'essai dans l'objectif de favoriser la biodiversité.



### Stratégie de gestion des adventices ▲

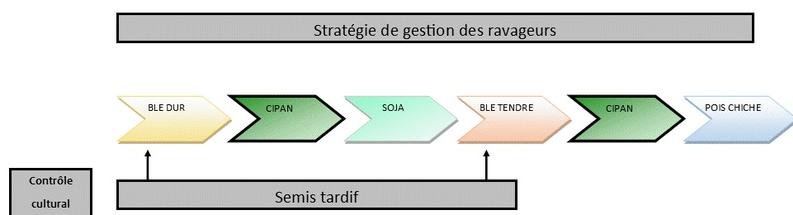


Leviers	Principes d'action	Enseignements
Désherbage mécanique	Désherber mécaniquement en culture à l'automne et au printemps suivant la météo (houe rotative, herse étrille et bineuse) afin de détruire les adventices en culture sans détruire la culture.	Efficacité des passages de herse étrille à l'aveugle couplés à un ou deux passages notamment sur les graminées estivales. Bonne efficacité de la herse étrille sur le blé dans les céréales.

Semis dense et tardif	Esquiver des adventices à levée automnale et compétitivité vis-à-vis des adventices.	Le semis tardif permet de détruire les adventices avant l'implantation des cultures permet de concurrencer les adventices sur le rang.
Labour	Alterner labour/non-labour : 3 labours sur 5 ans.	Levier très efficace sur les adventices à faible durée de vie dans le sol et largen agriculteurs.
Diversification des cultures	Diversifier des périodes de semis. Alternance entre cultures d'hiver et d'été dicotylédones et graminées afin de contrôler les flores adventices de printemps et d'hiver.	Méthode de base pour éviter l'apparition d'une flore dominante sur la parcelle.
Faux semis en interculture	Faire lever les adventices en interculture et les détruire avant le semis.	À effectuer le plus proche des périodes de semis afin de maximiser l'efficacité sur le rang.
Ecimage	Etêter les adventices au dessus du niveau de la culture afin d'éviter la grenaison.	À effectuer avant que les graines ne soient matures. Il n'évite cependant pas la concurrence entre les adventices et la culture.

Les mêmes leviers ont été mobilisés sur la séquence 2019-2022. La fréquence de labour a été plus faible (1 labour sur 4 ans). Les couverts implantés durant les intercultures avant le pois ont globalement été décevants concernant la production de biomasse et vis-à-vis de leur rôle pour concurrencer les adventices.

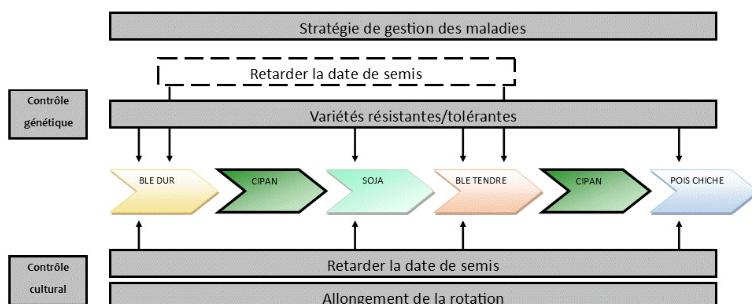
#### Stratégie de gestion des ravageurs ▲



Leviers	Principes d'action	Enseignements
Semis tardif	Semis retardé de 1 à 2 semaines : date limite avant arrivée des conditions défavorables <ul style="list-style-type: none"> <li>- Blés d'hiver : éviter les périodes de présence des pucerons d'automne en retardant la date de semis des blés.</li> <li>- Cultures de printemps : semer sur sols chauds pour favoriser les levées rapides afin de limiter les dégâts d'oiseaux et l'impact des bioagresseurs du sol.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bon levier en année « normale » mais non satisfaisant durant les années plus humides.</li> <li>- Efficacité des leviers couplés au travail du sol et au décalage de la date de semis des cultures sur des faibles pressions taupins).</li> </ul>

Ce levier a été mobilisé sur les blés lors de la séquence 2019-2022. Les ravageurs n'ont pas impacté la réussite des blés.

#### Stratégie de gestion des maladies ▲



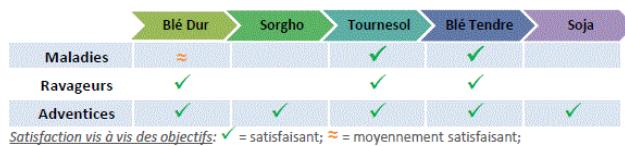
Leviers	Principes d'action	Enseignements

Variétés résistantes/tolérantes	Eviter les risques d'attaque par les maladies. Pour les céréales, des variétés différentes sont utilisées chaque années, en fonction d'indices pertinents (résistance rouille, fusariose et septoriose). Il s'agit donc d'un choix arbitraire.	Souvent les mêmes variétés utilisées en sorgho et soja (faible choix pour l'approvis dur, il est difficile de trouver des variétés peu sensibles à la rouille brune. Il y a réfléchir à l'insertion de solutions de biocontrôle.
Mélange variétal	Réduire la propagation des maladies en cas d'attaque sur le blé dur et tenter de travailler sur la qualité (variétés utilisées en mélange, en proportions égales : Boris, Nobilis, Relief, Voilur).	L'utilisation d'un mélange variétal est relativement efficace pour le blé dur.
Retarder la date de semis	Date de semis tardive (retardée de 1 à 2 semaines : date limite avant l'arrivée conditions défavorables) pour diminuer l'exposition de la culture aux cycles des pathogènes.	Arrivée plus tardive des maladies foliaires sur blé tendre, qui permet sur une ann sécuriser le contrôle.
Allongement de la rotation	Augmenter le temps de retour d'une même culture sur une parcelle pour limiter la pression maladie.	Pas de maladie type piétin sur céréales. Diminution des problématiques phomopsis

Les mêmes leviers ont été mobilisés sur la séquence 2019-2022. Sur cette séquence, les maladies n'ont pas impacté la réussite des cultures. Le levier du mélange variétal a été mobilisé seulement des deux premières campagnes (2019 et 2020). Le blé tendre a bénéficié en plus de traitements de semence à base de cuivre en 2019 et 2020 et de vinaigre en 2021 et 2022.

#### Résultats sur les campagnes de 2013 à 2017 ▲

- Maîtrise des bioagresseurs



De manière générale, les pressions de maladies sur l'ensemble des cultures ont été plutôt contrôlées à travers un choix d'espèces et de variétés adaptées (hormis le cas du blé dur).

Les maladies foliaires ont impacté significativement la récolte de blé dur, avec des nuisibilités supérieures en moyenne à 10 q/ha. Malgré des pressions initiales fortes en folles avoines, le contrôle plutôt satisfaisant, grâce à une rotation équilibrée et l'utilisation des leviers mécaniques adaptés. L'alternance labour, faux-semis associé aux décalages de dates de semis et aux désherbages mènent à limiter une dérive de flore à l'échelle du système. A l'échelle du système, le contrôle des adventices est satisfaisant mais il faut noter quelques difficultés de gestion de la folle-avoine sur les soja. Ces problèmes restent cependant localisés dans certaines parcelles.

- Performances agronomiques

#### Rendements RésOPest Auzerville et satisfaction de l'expérimentateur

Culture	Objectif de Rendement	2013	2014	2015	2016	2017
Blé dur	55 q/ha	36,5 (51)	35,2 (56)	38,7 (65)	27,7 (50)	45,6 (65)
Sorgho	60 q/ha	57,5 (58)	97,9 (73)	35,6 (61)	54,1 (54)	43,6 (22)
Tournesol	22 q/ha	27,1 (21)	27,1 (25)	29,2 (21)	18,2 (25)	37,8 (29)
Blé tendre	65 q/ha	45,1 (85)	49,2 (83)	53,1 (86)	43,5 (84)	54,5 (83)
Soja	20 q/ha	24,6 (26)	43,3 (37)	32,1 (35)	21,5 (29)	30,6 (30)

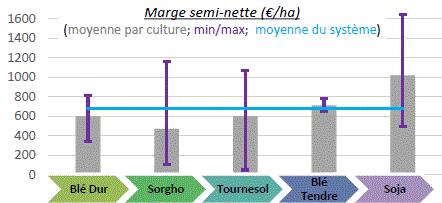
Les rendements entre parenthèses sont les moyennes des rendements des cultures conventionnelles sur le domaine expérimental d'Auzerville, sauf pour le blé tendre uniquement cultivé en essai pour lequel est indiquée la moyenne des essais d'évaluation variétale. Le code couleur indique le niveau de satisfaction, qui est défini en fonction de l'atteinte de l'objectif initial et du rendement de la petite région : vert = satisfaisant ; orange = moyennement satisfaisant ; rouge : non satisfaisant.

Les objectifs de rendement sont atteints pour le soja et le tournesol. Concernant le sorgho et le blé tendre, les résultats sont irréguliers. Les mauvais rendements de 2015 et 2017 sur le sorgho sont épis importante causée par un accident physiologique non expliqué (hypothèse : température extrême à la fécondation). Pour le blé dur, le choix variétal ne permet pas de garantir une maladie, ce qui explique les rendements et les qualités plus faibles que les objectifs initiaux.

Seule une année apparaît comme correcte et ce qui s'explique par une pression des maladies particulièrement faible et une bonne gestion des adventices grâce à l'agroéquipement.

#### Evaluation multicritère sur les campagnes 2013 à 2017 ▲

- Performances économiques

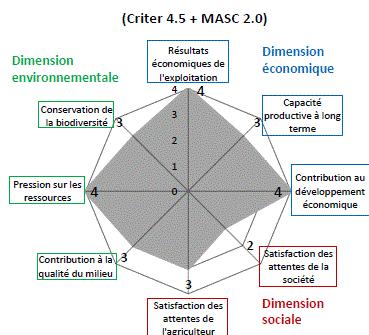


La meilleure performance économique de l'essai est atteinte avec la culture du soja. Il faut noter une forte variabilité inter-annuelle sur sorgho, tournesol et soja mais plus faible sur les blés. À titre semi-nette du système testé est inférieure à celle du domaine expérimental conduit en conventionnel (hors dispositif expérimental).

- Performances environnementales

Les performances environnementales sont élevées (zéro pesticides, indicateurs Criter et MASC), malgré un point faible sur le statut organique du sol (très faible).

- Contribution au développement durable



Résultats sur les campagnes de 2019 à 2022

## Performances agronomiques

Rendements OPEst et satisfaction (2019-2022)

Culture	Objectif de rendement	2019	2020	2021	2022
<b>Blé dur</b>	45 q/ha	<b>34,7 (54)</b>	<b>42,3 (42)</b>	<b>31,6 (45)</b>	<b>14,5 (42)</b>
<b>Soja (en sec)</b>	25 q/ha	<b>27,5 (20)</b>	<b>8 (17)</b>	<b>17,7 (23)</b>	<b>0 (10)</b>
<b>Blé tendre</b>	57 q/ha	<b>47 (61)</b>	<b>41 (43)</b>	<b>49,5 (48)</b>	<b>28,4 (44)</b>
<b>Pois chiche</b>	20 q/ha	<b>20,4 (19)</b>	<b>3,2 (23)</b>	<b>17,7</b>	<b>11,1</b>

(1) référence Occitanie en conventionnel

*Le code couleur indique le niveau de satisfaction, défini en fonction de l'atteinte de l'objectif initial et de la référence régionale : vert = satisfaisant ; orange = moyennement satisfaisant ; rouge = non satisfaisant.*

Bien que les objectifs n'aient jamais été atteints, les rendements obtenus pour le blé tendre et le blé dur sont corrects en moyenne sur les quatre ans. Les mauvais rendements obtenus par ces deux variétés sont dus, d'une part, aux conditions particulièrement sèches et chaudes sans la possibilité d'irriguer et d'autre part à la forte pression des adventices non maîtrisée (chardon pour le blé tendre et ray-grass pour le blé dur).

En termes de rendement, le bilan est contrasté pour le pois chiche et le soja avec deux campagnes (2019 et 2021) correctes voire bonnes et deux campagnes mauvaises (2020 et 2022). Ces deux campagnes impactées en 2020 par de mauvaises conditions de semis (trop humides) et la longue période de sécheresse estivale, conjuguée à l'impossibilité d'irriguer. En 2022, les conditions climatiques particulières sans possibilité d'irriguer expliquent les mauvais résultats, notamment pour la culture du soja pour laquelle l'attaque de pyrales du haricot a été très prévisible.

Plus de détails pour cette expérimentation sont disponibles dans la synthèse technique (document PDF téléchargeable : cf haut de la page).

Bilan final :

Les blés ont montré leur capacité à être plutôt bien adaptés à ce système oPest car ils ont permis de réaliser des marges correctes. En revanche, les résultats du pois chiche et du soja ont été moins bons.

Cela pose la question de la pertinence de la présence de ces légumineuses dans la rotation de ce système en oPest et en sec. Le seul véritable atout de ces cultures dans cette rotation est qu'elle pour les autres cultures qui ne fixent pas l'azote. En effet, au niveau économique, ces cultures sont pénalisées par la non valorisation de l'absence d'utilisation de pesticides en comparaison à ce qu'agriculture biologique par exemple.

Pour chaque culture de la rotation, la capacité d'intervention pour réaliser du désherbage mécanique superficiel a été bonne. Malgré cela, la pression en adventices semble s'être accentuée d'année alors impacté les rendements. La problématique du chardon a été récurrente, notamment sur la parcelle LA1 qui a été touchée dès la première campagne et dont la pression n'a jamais pu être atteinte l'utilisation répétée du scalpel (Treffler) durant les intercultures. Globalement, le niveau de salissement des parcelles semble difficilement récupérable après les quatre années de la rotation. Cela d'une part par l'alternance « culture d'été – culture d'hiver » de la rotation et d'autre part par la gestion de destruction des couverts qui n'a pas été optimale.

L'absence d'utilisation de produits de synthèse pour lutter contre les maladies n'a pas posé problème avec le choix de cultures et de variétés peu sensibles.

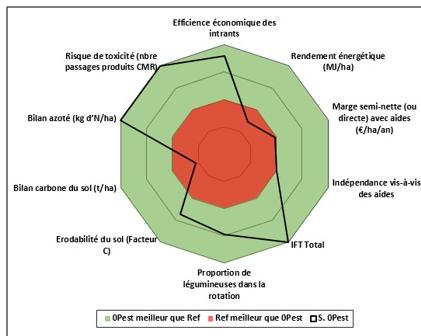
La conduite sans pesticides, avec la mise en œuvre d'une fertilisation azotée raisonnée ainsi que sa rotation complexe permettent à ce système oPest d'atteindre des performances environnementales rapport à la référence blé dur - tournesol. L'évolution du carbone dans le sol est significativement positive, en lien l'apport de compost et probablement la présence de couverts.

#### Evaluation multicritère sur les campagnes 2019 à 2022 ▲

Le résultat des calculs des indicateurs de performances du système oPest est représenté ci-dessous. Ne disposant pas de référence spécifique pour ce système oPest, les résultats sont mis en comparaison avec ceux obtenus par le système de référence (Ref) « blé dur - tournesol », également mis en place dans le cadre du projet REDUCE, sur un dispositif voisin sur le site d'Auzeville de l'Unité Expérimentale.

Indicateurs	S. Ref	S. oPest	Ecart (%)
Efficience économique des intrants	1,08125	1,9475	80,1
Rendement énergétique (MJ/ha)	262006,5	192279,45	26,6
Marge semi-nette (ou directe) avec aides (€/ha/an)	296,6	290,875	1,9
Indépendance vis-à-vis des aides	0	0	0,0
IFT Total	2,1375	0	100,0
Proportion de légumineuses dans la rotation	0	47,225	47,2
Érodabilité du sol (Facteur C)	0,12880238	0,08163855	36,6
Bilan carbone du sol (t/ha)	34,6505	18,87875	45,5
Bilan azoté (kg N/ha)	675,05	-4,95	100,7
Risque de toxicité (nbre passages produits CMR)	5,5	0	100,0
Autres indicateurs	S. Ref	S. oPest	Ecart (%)
Rendement protéique (kg protéine/ha)	1690,315	1801,23	6,6
Diversité des cultures (espèces)	2	8,75	337,5
Quantité de principe actif lixiviable (g/ha)	1166,5	0	100,0

Tableau comparatif des valeurs des indicateurs



Représentation graphique du comparatif des valeurs des indicateurs

Pour chaque indicateur, la valeur dans le tableau est obtenue en calculant la moyenne à partir des valeurs de l'indicateur de chacune des quatre parcelles où le système a été expérimenté (deux sont le système de référence). Le graphique permet d'apprécier visuellement pour chaque indicateur si le système oPest (représenté par le polygone noir) est meilleur que le système de référence. Plus le polygone est éloigné du centre du graphe meilleur est le système oPest par rapport au système de référence pour l'indicateur en question.

Le rendement énergétique obtenu pour le système oPest est plus faible que celui obtenu pour le système de référence. Ce résultat est logique, la rotation de référence disposant d'un meilleur rendement théorique, aux vues des cultures et objectifs de rendements plus faibles dans le système oPest et en sec. Cependant, en moyenne, le pourcentage d'atteinte de l'objectif de rendement est plus élevé pour le système oPest par rapport à celui du système de référence (65 % contre 57 %) à cause notamment de l'échec du tournesol du système de référence. En revanche, le rendement protéique du système oPest est meilleur que celui obtenu par le système de référence. En effet, bien que les rendements obtenus pour le soja et le pois chiche soient moyens voire faibles, la présence de deux cultures principales de la rotation permet tout de même d'obtenir un meilleur résultat vis-à-vis de cet indicateur.

La marge semi-nette (MSN) obtenue par le système oPest est quasiment égale à celle obtenue par le système de référence, et ce malgré un coût moyen des CIMS de 94 €/ha/an. Ce résultat est pour le système oPest, même s'il doit être relativisé étant donné la marge assez faible obtenue par le système de référence en raison notamment de la faible rentabilité du tournesol (MSN = 127 €), également que la quantité de compost épandue a été plus importante sur les parcelles du système de référence à l'origine d'un coût moyen plus important au cours des quatre campagnes (220 €/ha/an), impactant alors la MSN. Le système oPest a bénéficié d'une rentabilité correcte du blé tendre (MSN = 566 €/ha/an en moyenne) et du blé dur (MSN = 494 €/ha/an en moyenne). La rentabilité des légumineuses (soja et pois chiche) est plus faible, et ce même sans prendre en compte les coûts supplémentaires générés par les CIMS et l'apport de compost (318 €/ha/an pour le soja et 321 €/ha/an pour le pois chiche). On perçoit donc la limite en terme de rentabilité pour ces cultures avec une valorisation en conventionnel.

Ni le système oPest, ni le système de référence n'est indépendant vis-à-vis des aides (IA = 0%). En effet, leur MSN moyenne par an est inférieure aux aides moyennes perçus par an.

L'efficience économique des intrants (EE) permet d'apprécier la dépendance d'un système de culture aux intrants pour assurer sa production (produit brut). D'après le tableau, on peut voir que pour le système oPest fait bien mieux que le système de référence (écart de 80%). À noter tout de même que les valeurs présentes dans le tableau ont été obtenues en prenant en compte les charges liées aux CIMS et au compost. Si l'on regarde cet indicateur sans prendre en compte ces charges supplémentaires, l'écart entre les deux systèmes se réduit mais est toujours à l'avantage du système oPest. Il montre que, comme pour la MSN, le coût du compost pénalise grandement le système de référence. Malgré un produit brut moyen moins élevé que celui généré par le système de référence, le système oPest bénéficie de charges en intrants moins importantes, notamment vis-à-vis de la fertilisation minérale et des phytosanitaires.

Etant donné qu'aucun pesticide n'a été utilisé lors de la conduite du système oPest, ce système est logiquement meilleur que le système de référence pour les indicateurs correspondant à l'IFT, à la quantité de principe actif lixiviable ainsi qu'au risque de toxicité.

La rotation du système de référence n'intégrant pas de légumineuses, la proportion de légumineuses dans la rotation est forcément meilleure pour le système oPest avec la présence du soja, du tournesol et des légumineuses dans certains couverts de sa rotation. Le système oPest se détache aussi logiquement pour ce qui est la diversité des cultures (nombre d'espèces) grâce à sa rotation plus longue et à la présence de deux légumineuses comme cultures principales.

Le bilan azoté du système oPest est bien meilleur que celui du système de référence car nettement moins excédentaire. Il est en effet même déficitaire. Le bilan du système de référence est très excédentaire, avec des quantités importantes de compost épandues sur ces parcelles. Malgré l'apport de compost, qui a été certes moins conséquent pour le système oPest, son bilan azoté reste déficitaire. Si l'on enlève les apports organiques stables du compost, on obtient un excès de 228 kg N/ha pour le système de référence et un déficit plus important pour oPest égal à 78 kg N/ha. Cette absence d'excès azoté oPest s'explique par la présence de deux légumineuses comme cultures principales ainsi que des objectifs de rendement et d'apports azotés limités.

Les choix de conduite différents entre ces deux systèmes vis-à-vis de l'épandage de compost impactent cette fois le système oPest pour l'indicateur correspondant au bilan carbone. Cet indicateur permet d'apprécier le stockage de carbone dans le sol. Même si le résultat est satisfaisant avec une hausse de la teneur en carbone du sol des parcelles du système oPest (+18 g t/ha en moyenne), cette hausse est moins importante que celle mesurée sur les parcelles du système de référence (+34,7 t/ha). Cette différence peut s'expliquer par les quantités plus importantes de compost apportées sur les parcelles du système de référence.

Pour ce qui est de l'érodabilité du sol, le système oPest s'en sort mieux que le système de référence grâce à une rotation légèrement moins favorable à l'érodabilité du sol de par les cultures principales, grâce à une fréquence un peu plus importante de couverture du sol sur la période hiver/printemps grâce aux couverts et grâce à une fréquence d'utilisation du labour moins importante pour l'enfoncement des résidus de culture moins fréquent.

## Transfert en exploitations agricoles ▲

Etant donné le niveau de rupture élevé des systèmes de culture RésoP, ces derniers n'ont pas vocation à être transférés directement dans des exploitations agricoles.

Les spécificités du site d'Auzeville sont d'avoir intégré le blé dur en conduite zéro-pesticide et d'avoir maximisé les moyens de lutte mécanique sur l'ensemble des cultures du système. Cet aujourd'hui en partie intégrées sur les exploitations agricoles du Lauragais (réseau DEPHY FERME par exemple), ayant des contraintes pédoclimatiques proches.

## Pistes d'améliorations du système et perspectives ▲

Campagnes 2013 à 2017 :

Plusieurs enjeux restent encore à relever, l'un des plus importants étant certainement celui de l'intégration des moyens de lutte biologique sur le blé (biocontrôle et biostimulant). Une meilleure prise en compte des couverts végétaux dans la gestion globale du système est également à étudier, tout comme l'intégration de nouveaux leviers de lutte mécanique (binage des plantules, ...).

## Objectifs ▲

Agronomiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rendement : (en q/ha)           <ul style="list-style-type: none"> <li>blé dur : 45</li> <li>soja : 25</li> <li>blé tendre : 57</li> <li>pois chiche : 20</li> </ul> </li> <li>Qualité commerciales : Respecter les cahiers des charges des filières.</li> </ul>
Environnementaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>IFT : Zéro pesticide (hors stimulateurs des défenses naturelles et moyens biologiques répertoriés dans l'index ACTA).</li> <li>Limiter les impacts environnementaux autres que ceux liés aux pesticides (pertes de nitrates, consommation d'énergie, conservation de la biodiversité, ...).</li> </ul>
Maîtrise des bioagresseurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maîtrise des adventices : pas d'impact sur le rendement ni sur la culture suivante.</li> <li>Maîtrise des maladies/ravageurs : Maintenir les maladies et les ravageurs à des niveaux de dégâts qui permettent d'atteindre les rendement et les normes de tolérance visées.</li> </ul>
Socio-économiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Marge brute : Maintenir le revenu de l'agriculteur.</li> </ul>



### Le mot de l'expérimentateur

Texte à compléter

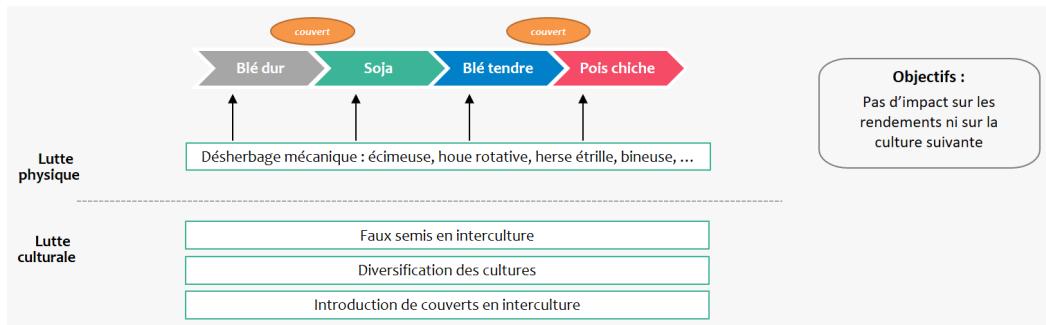
## Stratégies mises en œuvre :

### Gestion des maladies ▲

Au cours de cette expérimentation, les maladies n'ont globalement pas posé problème pour la réussite des cultures du système oPest. Il est cependant difficile d'affirmer avec certitude que les maladies soient totalement responsables de ce résultat. Les principaux leviers mobilisés pour la gestion des maladies sont :

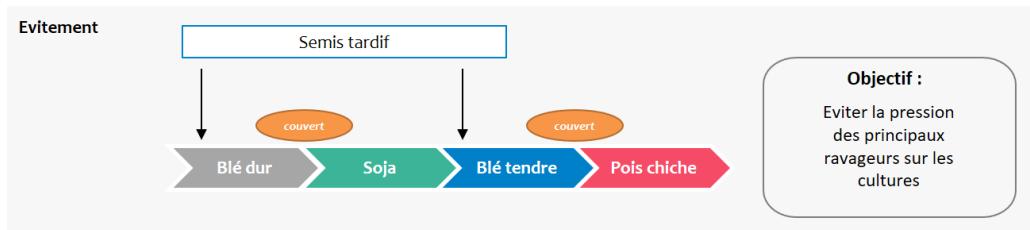
- Le choix de variétés résistantes/ tolérantes combiné à l'utilisation de traitements de semences autorisés en AB pour le blé tendre (traitements de semence à base de cuivre en 2019 et 2020 et d'herbicides en 2022)
- Le mélange variétal, levier mobilisé sur les blés en 2019 et 2020
- Le choix d'espèces assez peu sensibles aux maladies (soja, pois chiche)
- L'allongement de la rotation : augmenter le temps de retour d'une même culture sur une parcelle

### Gestion des adventices ▲



Leviers	Principes d'action	Enseignements
Désherbage mécanique	Désherbier mécaniquement en culture à l'automne et au printemps suivant la météo (houe rotative, herse étrille et bineuse, scalpeur) afin de détruire les adventices en culture sans détruire la culture.	Pour chaque culture de la rotation, la capacité d'intervention pour réaliser mécanique superficiel a été bonne. Le désherbage à l'aveugle avec la efficacité lorsque ce levier a pu être mis en place dans de b l'intensification de ce levier au cours de l'expérimentation a été indispe une pression en adventices croissante. La problématique du chard (parcelle LA1 notamment) et la pression n'a jamais pu être atténuée, répétée du scalpeur durant les intercultures.
Faux semis en interculture	Faire lever les adventices en interculture et les détruire avant le semis.	Efficacité difficile à estimer.
Diversification des cultures	Diversifier les périodes de semis. Alternance entre cultures d'hiver et d'été dicotylédones et graminées afin de contrôler les flores adventices de printemps et d'hiver.	Efficacité difficile à estimer mais l'alternance « culture d'été - culture plutôt avoir été défavorable pour maîtriser les adventices.
Introduction de couverts en interculture	Par leur développement, les couverts vont concurrencer les adventices durant l'interculture.	Les couverts implantés durant les intercultures avant le pois chich globalement été décevants concernant la production de biomasse et rôle pour concurrencer les adventices.

## Gestion des ravageurs ▲



Leviers	Principes d'action	Enseignements
Semis tardif	Décalage de la date de semis des blés en fin d'automne/début hiver pour éviter la pression des pucerons d'automne.	Ce levier a pu être mobilisé lors de chaque campagne. Les ravageurs n'ont pas impacté la réussite des cultures lors de l'expérimentation.

Hormis l'attaque de pyrales du haricot sur le soja en 2022, les ravageurs n'ont pas impacté la réussite des cultures lors de l'expérimentation.

## Performances du système

Performances agronomiques :*Rendements oPest et satisfaction*

Culture	Objectif de rendement	2019	2020	2021	2022
<b>Blé dur</b>	45 q/ha	<b>34,7</b> (54)	<b>42,3</b> (42)	<b>31,6</b> (45)	<b>14,5</b> (42)
<b>Soja (en sec)</b>	25 q/ha	<b>27,5</b> (20)	<b>22,6</b> (17)	<b>17,7</b> (23)	<b>18</b> (10)
<b>Blé tendre</b>	57 q/ha	<b>47</b> (61)	<b>41</b> (43)	<b>49,5</b> (48)	<b>28,4</b> (44)
<b>Pois chiche</b>	20 q/ha	<b>20,4</b> (19)	<b>17</b> (23)	<b>17,7</b>	<b>11,1</b>

*0 référence Occitanie en conventionnel.**Le code couleur indique le niveau de satisfaction, défini en fonction de l'atteinte de l'objectif initial et de la référence régionale :**vert = satisfaisant ; orange = moyennement satisfaisant ; rouge = non satisfaisant*

Bien que les objectifs n'aient jamais été atteints, les rendements obtenus par le blé tendre et le blé dur sont corrects en moyenne sur les quatre ans. Les mauvais rendements obtenus par ce 2022 sont dus, d'une part, aux conditions particulièrement sèches et chaudes sans la possibilité d'irriguer et d'autre part à la forte pression des adventices non maîtrisées (chardon pour le blé t pour le blé dur).

En termes de rendement, le bilan est contrasté pour le pois chiche et le soja avec deux campagnes (2019 et 2021) correctes voire bonnes et deux mauvaises (2020 et 2022). Ces deux cultures 2020 par de mauvaises conditions de semis (trop humides) et la longue période de sécheresse estivale conjuguée à l'impossibilité d'irriguer. En 2022, les conditions climatiques particulièrement sans la possibilité d'irriguer expliquent les mauvais résultats, notamment pour la culture du soja pour laquelle l'attaque de pyrales du haricot a été très préjudiciable.

Performances économiques :

Les performances économiques seront discutées en même temps que les indicateurs économiques dans la section "Evaluation multicritère" ci-après.

Performances environnementales :

Les performances environnementales seront discutées en même temps que les indicateurs environnementaux dans la section "Evaluation multicritère" ci-après.

*Plus de détails pour cette expérimentation sont disponibles dans la synthèse technique (document PDF téléchargeable ; cf haut de la page).*

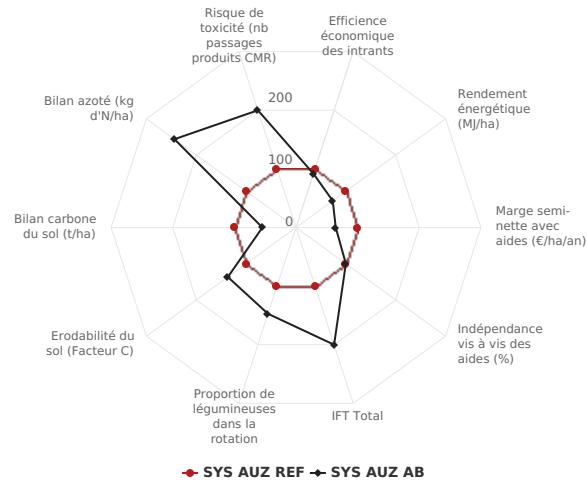
**Evaluation multicritère**

Le résultat des calculs des indicateurs de performances du système oPest est représenté ci-dessous. Ne disposant pas de référence spécifique pour ce système oPest, ses résultats seront mis avec ceux obtenus par le système de référence (Ref) « blé dur – tournesol » mis en place, également dans le cadre du projet REDUCE, sur un dispositif voisin sur le site d'Auzeville de l'Unité INRAE.

Tableau comparatif des valeurs des indicateurs

Indicateur	SYS_AUZ_REF	oPEST
Efficience économique des intrants	2.4	2.2
Rendement énergétique (MJ/ha)	295582.8	217718.9
Marge semi-nette avec aides (€/ha/an)	620.2	399.9
Indépendance vis à vis des aides (%)	0	0
IFT Total	2.3	0
Proportion de légumineuses dans la rotation	0	47.2
Erodabilité du sol (Facteur C)	0.1	0.1
Bilan carbone du sol (t/ha)	34.7	18.9
Bilan azoté (kg d'N/ha)	286.6	-99.8
Risque de toxicité (nb passages produits CMR)	5.5	0
Autres indicateurs	SYS_AUZ_REF	oPEST
Rendement protéique (kg protéine/ha)	1503.4	2193.3
Diversité des cultures (espèces)	2	8.8
Quantité de principe actif lixiviable (g/ha)	1166.5	0

Représentation graphique du comparatif des valeurs des indicateurs



Pour chaque indicateur, la valeur dans le tableau est obtenue en calculant la moyenne à partir des valeurs de l'indicateur de chacune des quatre parcelles où le système a été expérimenté (dans le système de référence). Le graphique permet d'apprécier visuellement pour chaque indicateur si le système oPest (représenté par le polygone noir) est meilleur que le système de sommet du polygone est éloigné du centre du graphe, meilleur est le système oPest par rapport au système de référence pour l'indicateur en question.

Le rendement énergétique obtenu pour le système oPest est plus faible que celui obtenu pour le système de référence. Ce résultat est logique, la rotation de référence disposant d'un rendement énergétique théorique, aux vues des cultures et objectifs de rendements plus faibles dans le système oPest et en sec. Cependant, en moyenne, le pourcentage d'atteinte de l'objectif de rendement pour les cultures du système oPest par rapport à celui du système de référence (65 % contre 57 %) à cause notamment de l'échec du tournesol du système de référence. En revanche, le rendement obtenu par le système oPest est meilleur que celui obtenu par le système de référence. En effet, bien que les rendements obtenus pour le soja et le pois chiche soient moyens voire faibles, la proportion de légumineuses dans la culture principale de la rotation permet tout de même d'obtenir un meilleur résultat vis-à-vis de cet indicateur.

La marge semi-nette (MSN) obtenue par le système oPest est quasiment égale à celle obtenue par le système de référence, et ce malgré un coût moyen des CIMS de 94 €/ha/an. Ce résultat est pour le système oPest, même s'il doit être relativisé étant donné la marge assez faible obtenue par le système de référence en raison notamment de la faible rentabilité du tournesol (MSN = 127 €/ha/an), impactant alors la MSN. Le système oPest a bénéficié d'une rentabilité correcte du blé tendre (MSN = 566 €/ha/an en moyenne) et du blé dur (MSN = 494 €/ha/an en moyenne) mais la marge semi-nette (soja et pois chiche) est plus faible, et ce même sans prendre en compte les coûts supplémentaires générés par les CIMS et l'apport de compost (318 €/ha/an pour le soja et 32 €/ha/an pour le pois chiche). On perçoit donc la limite en terme de rentabilité pour ces cultures avec une valorisation en conventionnel.

Ni le système oPest, ni le système de référence n'est indépendant vis-à-vis des aides (IA = 0%). En effet, leur MSN moyenne par an est inférieure aux aides moyens perçus par an.

L'efficience économique des intrants (EE) permet d'apprécier la dépendance d'un système de culture aux intrants pour assurer sa production (produit brut). D'après le tableau, on peut voir que le système oPest fait bien mieux que le système de référence (écart de 80%). À noter tout de même que les valeurs présentes dans le tableau ont été obtenues en prenant en compte les semences de CIMS et au compost. Si l'on regarde cet indicateur sans prendre en compte ces charges supplémentaires, l'écart entre les deux systèmes se réduit mais est toujours à l'avantage de oPest (écart de 18%). Cela montre que, comme pour la MSN, le coût du compost pénalise grandement le système de référence. Malgré un produit brut moins élevé que celui généré par le système de référence, le système oPest bénéficie de charges en intrants moins importantes, notamment vis-à-vis de la fertilisation minérale et des phytosanitaires.

Etant donné qu'aucun pesticide n'a été utilisé lors de la conduite du système oPest, ce système est logiquement meilleur que le système de référence pour les indicateurs correspondant à IF (principe actif lixiviable) ainsi qu'au risque de toxicité.

La rotation du système de référence n'intégrant pas de légumineuses, la proportion de légumineuses dans la rotation est forcément meilleure pour le système oPest avec la présence du soja, que dans certains couverts de sa rotation. Le système oPest se détache aussi logiquement pour ce qui est la diversité des cultures (nombre d'espèces) grâce à sa rotation plus longue.

Le bilan azoté du système oPest est bien meilleur que celui du système de référence car nettement moins excédentaire. Il est même déficitaire. Le bilan du système de référence est très ex des quantités importantes de compost épandues sur ces parcelles. Malgré l'apport de compost, qui a été certes moins conséquent pour le système oPest, son bilan azoté reste déficitaire. Si l'on apporte des organiques stables du compost, on obtient un excès de 228 kg N/ha pour le système de référence et un déficit plus important pour oPest égal à 78 kg N/ha. Cette absence d'excès azoté oPest s'explique par la présence de deux légumineuses comme cultures principales ainsi que des objectifs de rendement et d'apports azotés limités.

Les choix de conduite différents entre ces deux systèmes vis-à-vis de l'épandage de compost impactent cette fois le système oPest pour l'indicateur correspondant au bilan carbone. Cet d'apprécier le stockage de carbone dans le sol. Même si le résultat est satisfaisant avec une hausse de la teneur en carbone du sol des parcelles du système oPest (+18,9 t/ha en moyenne), moins importante que celle mesurée sur les parcelles du système de référence (+34,7 t/ha). Cette différence peut s'expliquer par les quantités plus importantes de compost apportées sur les parcelles de référence.

Pour ce qui est de l'érodabilité du sol, le système oPest s'en sort mieux que le système de référence grâce à une rotation légèrement moins favorable à l'érodabilité du sol de par les cultures composantes, grâce à une fréquence un peu plus importante de couverture du sol sur la période hiver/printemps grâce aux couverts et grâce à une fréquence d'utilisation du labour moins importante qu'enfouissement des résidus de culture moins fréquent.

#### Zoom sur... (titre à compléter) ▲

\* A compléter

#### Transfert en exploitations agricoles ▲

\* A compléter

### Bilan et perspectives

Les blés ont montré leur capacité à être plutôt bien adaptés à ce système oPest. Ils ont en effet permis de réaliser des marges correctes. En revanche, les résultats du pois chiche et du soja sont l'inconstance de production de ces cultures, très sensibles aux conditions externes (climatiques, implantation), ainsi que les marges plus faibles dégagées peuvent être problématiques dans un tel système.

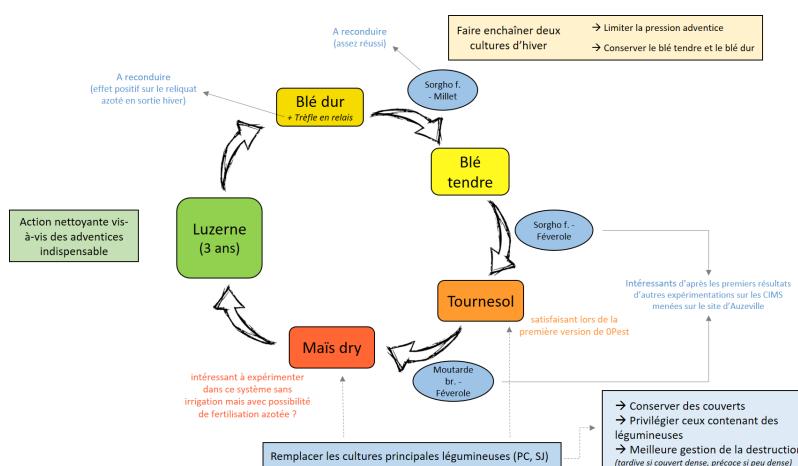
Cela pose la question de la pertinence de la présence de ces légumineuses dans la rotation de ce système en oPest et en sec. Le seul véritable atout de ces cultures dans cette rotation est bénéfique pour les autres cultures qui ne fixent pas l'azote. En effet, au niveau économique, ces cultures sont pénalisées par la non valorisation de l'absence d'utilisation de pesticides en complément en agriculture biologique par exemple.

Pour chaque culture de la rotation, la capacité d'intervention pour réaliser du désherbage mécanique superficiel a été bonne. Malgré cela, la pression en adventices semble s'être accentuée. Cela a donc impacté les rendements. La problématique du chardon a été récurrente, notamment sur la parcelle LA1 qui a été touchée dès la première campagne et dont la pression n'a jamais pu être malgré l'utilisation répétée du scalpeur (Treffler) durant les intercultures. Globalement, le niveau de salissement des parcelles semble difficilement récupérable après les quatre années de la rotation. Il s'explique d'une part par l'alternance « culture d'été – culture d'hiver » de la rotation et d'autre part par la gestion de destruction des couverts qui n'a pas été optimale.

L'absence d'utilisation de produits de synthèse pour lutter contre les maladies n'a pas posé problème avec le choix de cultures et de variétés peu sensibles.

La conduite sans pesticides, avec la mise en œuvre d'une fertilisation azotée raisonnée ainsi que sa rotation complexe permettent à ce système oPest d'atteindre des performances environnementales comparables à la référence blé dur - tournesol. L'évolution du carbone dans le sol est significativement positive, en lien l'apport de compost et probablement la présence de couverts.

A partir des enseignements que l'on tire de cette séquence, on peut proposer une nouvelle rotation en o pesticide :



Productions associées à ce système de culture

Contact



Gilles TISON

Pilote d'expérimentation - INRAE

[gilles.tison@inrae.fr](mailto:gilles.tison@inrae.fr)