



Système AB - ESC SYS_AUZ - REDUCE

Désherbage mécanique/thermique | Diversification et allongement de la rotation | Fertilité et vie des sols | Lutte génétique | Mélanges variétaux | Stratégie de couverture du sol

Travail du sol simplifié/non labour

Année de publication 2019 (mis à jour le 12 avr 2024)

 [PARTAGER](#)

Carte d'identité du groupe



Structure de l'ingénieur réseau
AB en transition vers ABC

Nom de l'ingénieur réseau
REDUCE

Date d'entrée dans le réseau
ESC SYS_AUZ

**Réduction de travail du sol
Zéro produit phytosanitaire**

Objectif de réduction visé

Présentation du système

Conception du système

En 2018, avec le démarrage des projets REDUCE et VACCARM, des ateliers de reconception se sont tenus, impliquant des chercheurs (agronomes, modélisateurs), des techniciens, des agriculteurs. Leurs buts étaient d'ajuster les systèmes expérimentés aux projets, aux thématiques de l'UMR AGIR dans le contexte de l'arrêt de l'usage du glyphosate et de réduction du travail du sol.

S'appuyant sur l'expérience issue des projets de recherche qui ont précédé sur le domaine expérimental (légumineuses à bas niveau d'intrants (LGB), l'ANR MicMac-design, Eco-puissance-4), le système AB place dans la transition vers l'Agriculture de Conservation de Sols (ACS) sans pesticide et sans engrains minéraux (ABC).

Pour se faire, le système « AB » actionne les leviers suivants : l'allongement de la rotation, l'utilisation de légumineuses en culture principale et en CIMS (Couvert Intermédiaire Multi-Servi), le décalage des dates de semis, l'utilisation de variétés multi-tolérantes, seules ou en mélange, et l'enrichissement du sol en matière organique.

Mots clés :

Agriculture biologique - Réduction du travail du sol - Labour en ultime recours - Tendre vers ABC

Caractéristiques du système



Rotation : La rotation du système est menée sur quatre ans et propose deux cultures d'hiver dont une association de céréales/protéagineux, une culture d'été, une culture d'été à cycle décalé (maïs dry) et des cultures en dérobé. Le système AB a été expérimenté sur quatre parcelles du dispositif (parcelles IA, IC, IF et IG).

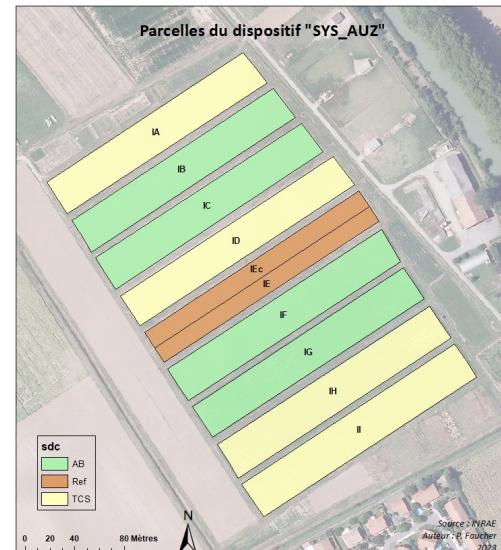
Interculture : Avant les cultures de printemps : (1) phacélie et féverole avant le maïs ; (2) seigle, phacélie et féverole avant le soja.

Gestion de l'irrigation : Limitation de l'utilisation de l'irrigation.

Fertilisation : Apports d'engrais organique sur le maïs, le blé tendre et l'association orge-pois. Epannage ponctuel de compost à base de déchets verts.

Travail du sol : Travail du sol superficiel, labour en ultime recours.

Infrastructures agro-écologiques : Bandes enherbées autour des parcelles.



Objectifs ▲

Agronomiques	<ul style="list-style-type: none"> Rendement (en q/ha) : <ul style="list-style-type: none"> orge-pois : 40 cameline : 3 maïs dry : 70 blé tendre : 55 sarrasin : 5 soja : 25 Qualités commerciales : taux de protéines (toutes les cultures), teneur en huile (cameline), taux de mycotoxines (céréales)
Environnementaux	<ul style="list-style-type: none"> IFT : 0 phyto Tendre vers le 0 travail du sol (suppression du travail profond)

Maîtrise des bioagresseurs	<ul style="list-style-type: none"> Maîtrise des adventices : pas d'impact sur le rendement ni sur la culture suivante Maîtrise des maladies : tolérance des maladies avec peu ou pas d'impact sur le rendement (faible nuisibilité sur le rendement et la qualité des grains) Maîtrise des ravageurs : peu de problème sur céréales, tolérance minimum sur les autres cultures (bio-contrôle)
Socio-économiques	<ul style="list-style-type: none"> Marge brute : 90% de la rotation de référence "blé dur-tournesol" à l'échelle du système de culture Temps de travail : diminuer le travail du sol par rapport à la référence "blé dur-tournesol" à l'échelle du système de culture

Mode d'irrigation : irrigation par rampe limitée à un ou deux apports maximum pour le maïs, le soja et les cultures dérobées.

Travail du sol : recours au travail du sol superficiel en cas de problème d'adventices.

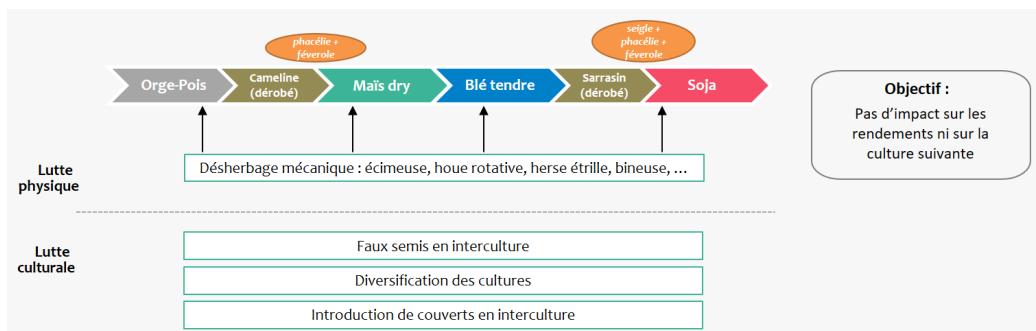


Le mot de l'expérimentateur

"L'originalité de l'expérimentation repose sur l'analyse de la transition d'un système conventionnel vers de l'agriculture biologique de conservation. Elle permet d'évaluer la faisabilité et les cons d'évolution du sol, de changement de pratiques et de performances multi-critères, éléments à prendre en compte avant toute transition."

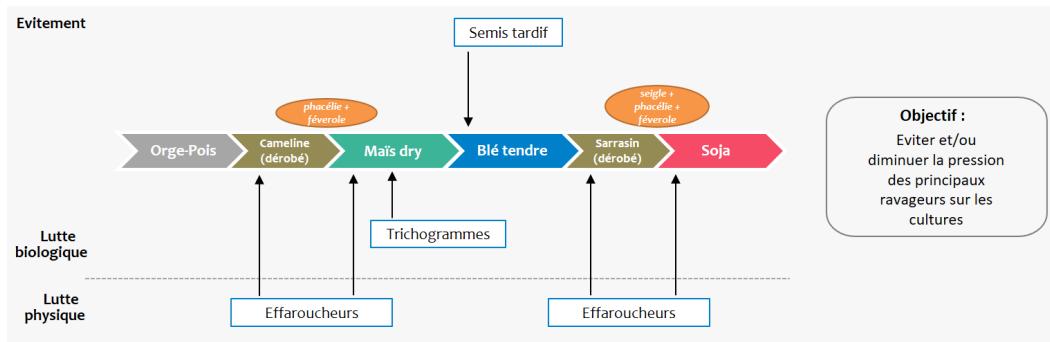
Stratégies mises en œuvre :

Gestion des adventices ▲



Leviers	Principes d'action	Enseignements
Désherbage mécanique	Désherbage mécanique en culture à l'automne et au printemps suivant la météo (houe rotative, herse étrille et bineuse) : détruit les adventices sans détruire la culture.	Efficacité mitigée de ce levier en fonction des années et des cultures. Son efficacité et sa rentabilité dépendantes des conditions pédoclimatiques.
Faux semis en interculture	Levée des adventices en interculture et destruction avant le semis.	Efficacité difficile à estimer.
Diversification des cultures	Diversification des périodes de semis. Alternance des cultures d'hiver et d'été, des dicotylédones et des graminées afin de contrôler les flores adventices de printemps et d'hiver.	Efficacité difficile à estimer.
Introduction de couverts en interculture	Par leur développement, les couverts vont concurrencer les adventices durant l'interculture.	Les couverts à base de féverole semés début septembre avant le soja et le maïs dry à partir de 2021 ont globalement permis de bien contenir le développement des adventices durant leur développement satisfaisant.

Gestion des ravageurs ▲



Leviers	Principes d'action	Enseignements
Semis tardif	Décalage de la date de semis de l'orge en fin d'automne/début hiver pour éviter la pression des pucerons d'automne.	Ce levier a pu être mobilisé lors de chaque campagne. Il n'y a pas de pucerons relevée sur l'orge de l'association orge-pois.
Mise en place d'effaroucheurs	Lutte physique contre les volatiles au semis.	Ce levier n'a pas suffit notamment sur soja et sarrasin où des dégâts élevés ont été fréquemment observés.
Biocontrôle - Mise en place des trichogrammes	Les trichogrammes, une fois lâchés dans la parcelle, pondent dans les œufs de pyrales qui ne peuvent donc plus causer de dégâts à la culture de maïs.	Ce levier a été une réussite pour lutter contre la pyrale du maïs.

Gestion des maladies ▲

Au cours de cette expérimentation, les maladies n'ont globalement pas posé problème pour la réussite des cultures du système AB. Il est cependant difficile d'affirmer avec certitude que les leviers 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
- Le mélange variétal, levier mobilisé sur le blé tendre en 2019
- La culture en association (orge-pois) : effet barrière, moindre densité de chacune des espèces
- Le choix d'espèces assez peu sensibles aux maladies (soja, pois)
- L'allongement de la rotation : augmenter le temps de retour d'une même culture sur une parcelle

Performances du système

Performances agronomiques :

Rendements système AB et satisfaction

Culture	Objectif de rendement	2019	2020	2021	2022
Orge-Pois	40 q/ha	39,2	14,4	31	
Orge	40 q/ha				26,7
Cameline	3 q/ha	0			
Maïs dry	70 q/ha	32,1	45,4	71,7	32,5
Blé tendre	55 q/ha	42,9		33,1	28,5
Sarrasin	5 q/ha	2	0		
Soja	25 q/ha	20,8	13	30,4	11,6

Le code couleur indique le niveau de satisfaction, défini en fonction de l'atteinte de l'objectif initial :

vert = satisfaisant, orange = moyennement satisfaisant, rouge = non satisfaisant

Les rendements obtenus par l'association orge-pois sur les 3 premières années sont globalement moyens à cause de la faible production de pois et de la faible production globale de l'assortiment. Le mauvais résultat en 2020 s'explique notamment par une conduite perturbée en moment du semis, qui a dû être repoussée à début janvier en raison du sol trop gorgé d'eau aux dates habillées de confinement (Covid), qui a empêché la mise en œuvre du désherbage mécanique. L'association n'a pas été reconduite en 2022, seulement de l'orge a été semé.

Les rendements obtenus pour le maïs dry sont globalement faibles et variables d'une année à l'autre, avec une bonne année, deux très moyennes et une lors de laquelle la culture a été détruite. La culture reste très dépendante des conditions climatiques, notamment vis-à-vis de l'apport hydrique dans un contexte de limitation de l'utilisation de l'irrigation. Les mauvais résultats s'expliquent par des phases d'implantation difficiles avec le problème d'hydromorphie des sols en 2020 et le travail du sol trop limité après la destruction du couvert en l'absence de semoir « semis direct » en 2021. La fertilisation azotée par l'épandage d'engrais organique n'a pas été une réussite lors des deux premières années, ce qui a aussi impacté les rendements.

Sur les trois campagnes où le blé tendre a pu être semé, les rendements obtenus sont globalement moyens. Les résultats sont bien en deçà des objectifs fixés notamment en 2021 et 2022. L'adversité forte n'a pas pu être correctement maîtrisée. Le sol étant trop gorgé d'eau post implantation, une croûte de battance s'est formée, et les désherbagements mécaniques n'ont pas correctement fonctionné. En 2022, le blé a particulièrement souffert des conditions exceptionnellement sèches et chaudes de la campagne, en plus de dégâts à la levée et de la pression adventives non maîtrisées.

En termes de rendement, le bilan est contrasté pour le soja avec deux campagnes (2019 et 2021) correctes, voire bonnes, et deux mauvaises (2020 et 2022). Cette culture est impactée en 2020 par des conditions de semis (trop humides) et la longue période de sécheresse estivale conjuguée à la limitation de l'utilisation de l'irrigation. En 2022, les conditions climatiques particulièrement sèches et une irrigation insuffisante entraînent l'attaque des pyrales du haricot, expliquant le mauvais résultat.

Les cultures en dérobées implantées lors de la première campagne ont été des échecs, notamment à cause de la pression des volatiles. En 2020, le sarrasin a remplacé le blé tendre qui n'a pas atteint l'implantation en mai n'a pas abouti étant donné les conditions d'humidité du sol, et un semis complémentaire a été réalisé en juin. Il n'a pas eu plus de succès, et il a été décidé de détruire la couverture de plantes de services. On note aussi l'impact de la pression des volatiles.

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).

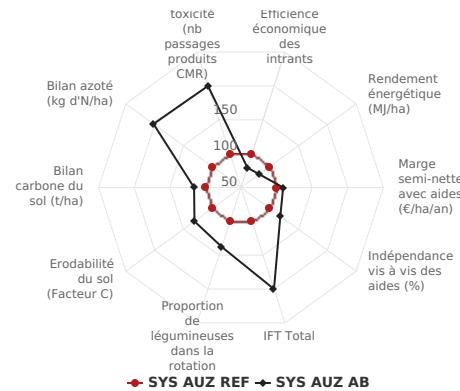
Evaluation multicritère

Le résultat des calculs des indicateurs de performances du système AB est représenté ci-dessous. Ces résultats sont mis en comparaison avec ceux obtenus par le système de référence « blé à

Tableau comparatif des valeurs des indicateurs

Indicateur	SYS_AUZ_REF	SYS_AUZ_AB
Efficience économique des intrants	2,4	1,9
Rendement énergétique (MJ/ha)	295582,8	241448,2
Marge semi-nette avec aides (€/ha/an)	620,2	677,1
Indépendance vis à vis des aides (%)	0	18,3
IFT Total	2,3	0
Proportion de légumineuses dans la rotation	0	37,2
Erodabilité du sol (Facteur C)	0,1	0,09
Bilan carbone du sol (t/ha)	34,7	40,2
Bilan azoté (kg d'N/ha)	286,6	-5,8
Risque de toxicité (nb passages produits CMR)	5,5	0
Autres indicateurs	SYS_AUZ_REF	SYS_AUZ_AB
Rendements protéiques (kg protéine/ha)	1503,4	1487,2
Diversité des cultures (espèces)	2	8,6
Quantité de principe actif lixiviable (g/ha)	1167	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 (d pour le système de référence). Le graphique permet d'apprécier visuellement pour chaque indicateur si le système AB (représenté par le polygone noir) est meilleur que le système de référence du polygone est éloigné du centre du graphe meilleur est le système AB par rapport au système de référence pour l'indicateur en question.

Le rendement énergétique obtenu par le système AB est plus faible que celui obtenu par la référence. Ce résultat est logique car au vu des cultures et des objectifs de rendement plus faibles la référence dispose d'un meilleur rendement énergétique théorique. De plus, bien qu'il y ait eu des accidents de rendement pour les deux systèmes, le système AB est pénalisé en particulier par les faibles en maïs dry et moyens en blé tendre en plus de l'absence de blé tendre en 2020. Le constat est le même pour le rendement protéique même si les rendements corrects obtenus en : limitent l'écart avec la référence. Cependant, on va voir par la suite que ces deux indicateurs sont les seuls pour lesquels le système de référence est meilleur que le système AB.

La marge semi-nette (MSN) obtenue par le système AB est supérieure de 37 % à celle obtenue par le système de référence et ce, malgré un coût moyen des CIMS de 100 €/ha/an. Le coût du compost est identique pour les deux systèmes (220 €/ha/an sur les quatre ans). Ce résultat est donc intéressant pour le système conduit en AB même s'il doit être relativisé étant donné la MSN obtenue par le système de référence en raison notamment de la faible rentabilité du tournesol (MSN = 127 €/ha/an). Les cultures du système AB bénéficient des prix de vente élevés de la biologique. C'est notamment le cas du blé tendre qui a obtenu une MSN moyenne très correcte (805 €/ha/an) sur les trois campagnes où il a pu être semé notamment grâce à la très bonne arrosation. Il est néanmoins nettement moins bon si on regarde le résultat global sur les quatre ans de la succession blé tendre - sarrasin (MSN = 461 €/ha/an) avec les échecs du sarrasin en 2019 et 2020. Le résultat reste proche de celui obtenu par le blé dur du système de référence (MSN = 466 €/ha/an). Le soja a particulièrement bien bénéficié de la valorisation en agriculture biologique avec un prix moyen de 100 €/ha/an en moyenne sur les quatre ans. La rentabilité de l'association pois - orge (et orge seul en 2022) a été moins bonne mais reste correcte notamment si on retire le coût du compost (30 €/ha/an sans compost). Le système AB a tout de même été pénalisé par la faible rentabilité obtenue par le maïs dry (MSN moyenne sur les quatre ans de 144,5 €/ha/an).

Pour ce qui est de l'indépendance vis-à-vis des aides, le résultat de cet indicateur est forcément meilleur pour le système AB étant donné que la MSN moyenne du système de référence est inférieure à celle obtenue par le système AB. Comme pour le calcul des autres indicateurs économiques, les aides de la PAC spécifiques à l'agriculture biologique n'ont pas été prises en compte. Même sans ces aides spécifiques, les aides perçues correspondent à 80 % de la MSN obtenue par le système AB.

L'efficience économique des intrants (EE) permet d'apprécier la dépendance d'un système de culture aux intrants pour assurer sa production (produit brut). Comme pour les autres indicateurs, le système AB fait mieux que le système de référence. Ce résultat s'explique en grande partie grâce au très bon résultat du soja pour cet indicateur (EE = 2,6), une culture qui a générée un revenu important grâce à la valorisation en AB mais tout en ayant des charges en intrant assez faibles notamment grâce à des charges de fertilisation qui se limitent à celles de l'épandage de compost. Au contraire, le système de référence a pénalisé le résultat global du système AB (EE = 0,6) à cause notamment de charges en intrant assez élevées. Les autres cultures du système AB font globalement jeu égal avec les cultures du système de référence.

Etant donné qu'aucun pesticide n'a été utilisé lors de la conduite du système AB, ce système est logiquement meilleur que le système de référence pour les indicateurs correspondant à l'efficacité du 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 AB avec la présence de l'assortiment de soja et d'au moins une espèce de légumineuses dans chacun des couverts de sa rotation. Le système AB se détache aussi logiquement pour ce qui est de la diversité des cultures (nombre d'espèces).

rotation plus longue et plus complexe.

Pour ce qui est de l'**érodabilité du sol**, le système AB s'en sort mieux que le système de référence et ce, malgré une rotation légèrement plus favorable à l'érodabilité du sol de par les cultures composant. Ce meilleur résultat s'explique d'une part, grâce à une fréquence un peu plus importante de couverture du sol sur la période hiver/printemps grâce aux couverts et d'autre part, grâce à l'utilisation du labour moins importante et donc un enfouissement des résidus de culture moins fréquent.

Pour le système AB, le **bilan carbone**, qui permet d'apprécier le stockage de carbone dans le sol, est meilleur que celui du système de référence. Ce résultat reste à relativiser car le bilan est chaque système. Sur un échantillonnage réalisé sur chaque parcelle des systèmes, on mesure une hausse de 34,7 t de carbone par hectare sur les 30 premiers centimètres en moyenne sur l'expérimenté le système de référence et une hausse de 40,2 t C/ha en moyenne sur celles où a été expérimenté le système en AB. Ces fortes hausses sont satisfaisantes mais elles sont sans crédit des apports importants de compost lors des deux dernières campagnes et même d'un troisième apport juste après les récoltes de la dernière campagne (121 t/ha en tout au maximum des parcelles).

Le **bilan azoté** du système AB est meilleur que celui du système de référence car moins excédentaire. Cependant, ce bilan reste très excédentaire. Cela s'explique par l'apport de compost. En base de déchets verts est très pauvre en azote (taux d'azote total égal à 0,7 % de la masse), et les quantités importantes épandues expliquent les entrées importantes d'azote dans le système. Entrées comptabilisées dans le bilan correspondent en grande partie à de l'azote organique qui est très faiblement minéralisé et donc moins sensible à la lixiviation. Le fournisseur estime qu'environ total est minéralisé la première année après l'apport (estimation haute). Si on enlève du bilan les apports organiques stables du compost, on obtient un excès de 228 kg N/ha pour le système même un déficit de 73 kg N/ha pour le système AB. Cela montre bien à quel point l'apport d'azote via les engrangements organiques a été limité dans ce système AB et notamment lors des deux premières campagnes. La gestion de la fertilisation azotée a posé problème pour atteindre une nutrition correcte des cultures. La présence de soja dans la rotation combinée à une bonne productivité explique aussi l'excédent plus faible pour ce système AB par rapport à la référence.

Zoom sur... le blé tendre ▲

Le blé tendre est la culture qui a montré le meilleur potentiel dans la rotation. C'est une valeur sûre de la transition dans le Lauragais.

Transfert en exploitations agricoles ▲

Contact



Gilles TISON

Pilote d'expérimentation - INRAE

✉ gilles.tison@inrae.fr

et deux cultures d'été.

La conduite en agriculture biologique ainsi que sa rotation complexe permettent à ce système AB d'atteindre des performances environnementales élevées par rapport à la référence. L'évolution du carbone dans le sol est significativement positive, en lien avec les 120 t/ha de compost apportées et probablement la présence de couverts.

Ses performances économiques sont aussi meilleures que celle de la référence grâce à la valorisation dans la filière agriculture biologique notamment grâce aux bons résultats du soja.

Néanmoins, la conduite de ce système au cours des quatre campagnes ne s'est pas faite sans difficultés. En effet, la gestion de la fertilisation azotée lors des deux premières années n'a pas notamment à cause du choix de l'engrais. La capacité limitée pour assurer l'irrigation des cultures s'est avérée pénalisante dans un contexte où des périodes sèches très marquées ont été assez fréquentes. Ces difficultés ont particulièrement impacté la réussite du maïs dry. Les cultures en dérobées implantées lors de la première campagne ont été des échecs notamment à cause de la pression des volants.

Au terme de la rotation, l'arrêt du travail profond est effectif (une des parcelles n'a même jamais été labourée sur la séquence) mais la durée relativement courte de la rotation ne permet pas d'atténuer l'impact, notamment sur les adventices.

On constate tout de même que la problématique de la pression des adventices a été récurrente sur les parcelles du système AB. L'intensification du désherbage mécanique est avérée au cours des quatre campagnes. La réussite de cette intensification est mitigée en fonction des années et des cultures.

Les couverts à base de fèverole semés début septembre avant le soja et le maïs dry à partir de la campagne 2021 sont globalement des réussites en terme de production de biomasse et de couvertures durant l'interculture. Cependant, l'implantation de ces couverts et la préparation du semis de la culture principale suivante a exigé un travail du sol superficiel assez intense sans recouvrement.