

RÉSEAUX SYPPRE

INTRODUIRE UNE CÉRÉALE

dans une monoculture de maïs



Les performances, tant socio-économiques qu'environnementales, d'une monoculture de maïs où une orge ou une avoine rude a été intercalée, ont été évaluées en Béarn par Arvalis.

Depuis trois ans, Arvalis évalue deux systèmes innovants, une monoculture de maïs avec une avoine CIVE en interculture et une double culture orge-maïs, dont les performances sont comparées à celles d'une monoculture de maïs labourée et mulchée.

A Sendets (64), sur la plateforme SYPPRE-Béarn⁽¹⁾, Arvalis expérimente depuis 2015 la pérennité et la rentabilité d'une double culture d'orge d'hiver suivie d'un maïs grain non irrigué. En moyenne sur trois ans, la productivité de l'orge d'hiver sur les terres noires de cette région est de 55 q/ha. Le meilleur résultat a été obtenu en 2017 (71 q/ha) et le pire (41 q/ha) en 2018, année marquée par un hiver très humide. L'orge d'hiver est en général récoltée dans la deuxième quinzaine de juin. Plus la récolte est précoce, plus l'implantation du maïs peut s'envisager tôt, ce qui diminue les risques de le récolter à des dates vraiment trop tardives. Il est donc préférable de s'orienter vers des variétés d'orges précoces. Afin de diminuer les coûts, le maïs est implanté avec des techniques les plus simplifiées possibles. Néanmoins, si les pailles de l'orge ne sont pas exportées, il est difficile de se passer d'une étape de broyage suivie d'une incorporation. La variété de maïs choisie doit être la plus précoce possible (groupe G0) pour minimiser les coûts de séchage. Les semis tardifs de maïs ont un début de cycle

très rapide, c'est pourquoi on peut envisager un itinéraire simplifié par rapport à un semis précoce. Attention : ces semis tardifs sont plus exposés à des attaques de foreurs et d'helminthosporiose. Si le maïs est implanté sans labour préalable, il est fort probable que les repousses d'orge soient nombreuses. Dans ce cas, le mieux est d'envisager un désherbage en postlevée. En cas de labour, un traitement en prélevée est possible si les conditions sont favorables.

L'azote peut être apporté au maïs en une fois, au stade « 3-4 feuilles ».

Quelles performances attendre de la double culture orge-maïs ?

En moyenne sur trois ans, le rendement du maïs dérobé non irrigué est de 67 q/ha. Toutefois il a varié fortement selon les années climatiques : entre 81 q/ha en 2017 (été pluvieux) et seulement 56 q/ha en 2018 (été sec). L'humidité moyenne de 36 % à laquelle les maïs ont été récoltés fin octobre reste acceptable. Cependant, ce taux relativement bas s'explique par les automnes particulièrement chauds de ces trois dernières années, qui ont

En savoir plus

Les caractéristiques de l'exploitation simulée par l'outil SYSTERRE ainsi que les indicateurs de performance du système « double culture orge-maïs » calculés par SYSTERRE sont disponibles sur <http://arvalis.info/1fr>.



Les mauvaises performances de la double culture orge-maïs s'expliquent par des rendements faibles pour ces deux cultures et des charges plus importantes.

+26%

d'augmentation de
marge nette obtenue
avec une avoine en CIVE
(à 27 €/t MB) introduite
avant le maïs.

favorisé la dessiccation du maïs.

Malgré la double récolte, le produit brut de l'exploitation simulé avec l'outil SYSTERRE diminue de 153 €/ha (en moyenne sur trois ans) comparé à une monoculture de maïs mulchée et labourée (*voir en Savoir plus*). Les rendements de l'orge et du maïs sont trop fortement pénalisés certaines années pour espérer dégager un produit brut systématiquement supérieur.

Les charges de la double culture sont, logiquement, supérieures à celles de la monoculture (+159 €/ha en moyenne sur trois ans) car tous les postes de charges opérationnelles augmentent, sauf les frais de séchage (moindres car le volume à sécher est beaucoup plus faible). Les charges de mécanisation augmentent de 129 €/ha. La marge nette avec aides dégagée avec la double culture

orge-maïs se réduit à 3 €/ha, contre 362 €/ha pour la monoculture de maïs.

Sur le plan environnemental, le constat n'est pas plus réjouissant. En double culture, la consommation d'azote et de carburant à l'hectare augmente de près de 50 % et l'IFT total, de 2,8 points (soit plus de 50 %). La consommation d'énergie primaire et les émissions de gaz à effet de serre augmentent également.

Introduire une avoine en interculture du maïs

En monoculture de maïs, l'interculture peut être mise à profit pour produire une culture intermédiaire à vocation énergétique (CIVE) sans qu'elle entre en compétition avec la culture alimentaire. Sur la même plateforme SYPPRE-Béarn, l'introduction d'une avoine rude en tant que CIVE entre deux maïs est testée et évaluée selon la même méthode.

Afin de maximiser la production de biomasse de la CIVE, il est nécessaire de la semer le plus tôt possible - entre le 20 septembre et le 10 octobre dans le Sud-Ouest. Il faut donc viser une récolte du maïs à des humidités raisonnables dans la dernière quinzaine de septembre. Pour ce faire, il est préférable de s'orienter vers des variétés de maïs demi-tardives ; c'est donc du DKC4814 qui a été implanté dans le système innovant, à la place du P0725 implanté en monoculture de référence.

AVOINE EN CIVE : la marge économique et les services environnementaux augmentent

	Monoculture de maïs (référence)	Monoculture de maïs avec avoine CIVE en interculture	Variation par rapport à la référence
Indicateurs sociaux			
Temps de travail total (h/ha)	8,1	11,8	↗
Indicateurs économiques			
Aides couplées (€/ha)	0	0	=
Produit brut (€/ha)	2178	2718	↗
Charges totales en intrants (€/ha)	986	1130	↗
• Semences (€/ha)	189	299	↗
• Engrais (€/ha)	250	304	↗
• Prod. phytosanitaires (€/ha)	173	188	↗
dont herbicides (€/ha)	100	98	=
• Autres intrants (€/ha)	374	339	↘
Marge brute avec aides (€/ha)	1192	1588	↗
Effizienz économique des intrants	0.93	1.20	↗
Charges mécaniques (€/ha)	340	601	↗
dont carburant (€/ha)	48	65	↗
Cotisations MSA (€/ha)	145	187	↗
Marge nette avec aides (€/ha)	362	456	↗
Indicateurs environnementaux			
Azote total (kg/ha)	216	273	↗
Azote organique (kg/ha)	0	22	↗
Consommation de carburant (l/ha)	115	193	↗
IFT Total (TS inclus)	4,9	4,9	=
dont IFT herbicides	2,15	2,10	=

Tableau 1 : Performances technico-économiques du système innovant comparées au système de référence.
Indicateurs calculés avec l'outil SYSTERRE⁽²⁾ avec une avoine vendue 27 € la tonne de matière brute.

BILAN ÉNERGÉTIQUE : avec l'introduction de l'avoine, l'énergie est produite plus efficacement

	Par hectare cultivé	Par tonne sèche produite	Par unité d'énergie produite
Consommation totale d'énergie primaire (MJ)	+27 %	-15 %	-12 %
Émissions totales de gaz à effet de serre (kg éq CO ₂)	+23 %	-18 %	-13 %
Production d'énergie brute (MJ)	+44 %	-3 %	(sans objet)
Balance énergétique (MJ produits/MJ consommés)		+14 %	

Tableau 2 : Évolutions des indicateurs environnementaux suite à l'introduction d'une avoine CIVE dans une monoculture de maïs. Indicateurs calculés avec l'outil SYSTERRE⁽²⁾. MJ : millions de joules.

Une grande partie de la production de CIVE d'hiver se fait dans la dernière quinzaine d'avril, lorsque les températures clémentes assurent une bonne croissance des plantes. Le semis de maïs est donc, en général, retardé par rapport à un semis classique. La pratique dans le Béarn montre qu'attendre le bon stade pour récolter la CIVE engendre, en moyenne, un décalage de 15 jours par rapport à un semis « classique ».

Afin d'atteindre son maximum de production, l'avoine a besoin d'être fertilisée ; environ 70 unités d'azote suffisent. Pour une meilleure valorisation de l'azote, l'apport doit intervenir en sortie d'hiver, quand la végétation redémarre. L'idéal est de fertiliser avec des produits organiques afin de favoriser le retour au sol de la matière organique. Néanmoins, les conditions souvent pluvieuses des hivers béarnais ne sont pas favorables au passage des tonnes à lisier, ce qui nous a souvent conduits à faire des apports minéraux (ammonitrate).

Les charges augmentent... mais la marge aussi !

En moyenne sur trois ans, l'avoine CIVE a produit 6,1 t MS/ha. Les meilleurs résultats ont été obtenus en 2017 (8,4 t MS/ha) où le cumul de températures au mois d'avril avait été important, ce qui est favorable à la production de biomasse. À l'inverse, les conditions froides et humides du printemps 2018 ont été très défavorables à l'avoine : certains maîtres-brins ont gelé, ce qui a pénalisé la croissance des plantes, et la production a été inférieure aux attentes (3,8 t MS/ha).

Après une avoine CIVE récoltée fin avril, il est préférable de labourer avant d'implanter le maïs sous peine de voir émerger des repousses si les conditions climatiques sont favorables.

Le décalage de la date de semis du maïs pénalise un peu son rendement : en moyenne sur trois ans, le maïs avec l'avoine CIVE produit 119 q/ha (contre 128 q/ha dans la référence), soit une perte de 9 q/ha. Le maïs est cependant récolté légèrement plus sec grâce au changement de précocité.

En supposant l'existence d'un débouché pour la CIVE, sa vente compense la baisse de production du maïs suivant et génère un surplus de produit brut de 540 €/ha en moyenne sur trois ans (tableau 1).

En revanche, les charges de productions

augmentent, surtout les charges de mécanisation (+260 €/ha), principalement pour récolter la CIVE avec une ensileuse classique, et les charges opérationnelles (+145 €/ha) qui incluent l'achat de semences certifiées d'avoine rude diploïde et d'engrais pour la fertiliser. Au final, l'introduction et la vente de la CIVE font augmenter la marge nette de l'agriculteur de 93 €/ha en moyenne sur trois ans dans notre cas, soit une augmentation de 26 % par rapport à la monoculture de référence en comptant les aides PAC.

De meilleurs indicateurs environnementaux

L'introduction de la CIVE intensifie le système de production tout en produisant des services environnementaux. Les indicateurs rapportés à la surface augmentent (+44 % de production d'énergie par ha) tandis que les indicateurs rapportés à la production baissent quasiment tous : -15 % de consommation d'énergie et -15 % d'émission de gaz à effet de serre par tonne sèche (tableau 2). En sortie de champ, la balance de production énergétique brute, c'est-à-dire l'énergie produite sur l'énergie consommée, augmente de 14 % avec la CIVE.

Lorsque l'introduction d'une CIVE est envisagée, une diminution du taux de matière organique est souvent crainte. Toutefois, les simulations réalisées à ce jour montrent que le système « monoculture de maïs avec CIVE » favorise autant le retour de matière organique au sol qu'une monoculture classique.

Des recherches sont en cours pour essayer de fiabiliser ce système innovant, notamment par le choix des espèces et des variétés de CIVE. Afin de limiter le recours au travail profond pour éliminer les repousses, il conviendrait d'avoir des CIVE à épiaison précoce.

[1] Projet inter-instituts Arvalis – ITB – Terres Inovia : « Construire ensemble les systèmes de culture de demain ». Voir l'article « Réseaux d'agriculteurs Syppre : accompagner la transition en ferme », Perspectives Agricoles n°438, novembre 2016.

[2] Pour connaître les caractéristiques de l'exploitation béarnaise-type simulée dans l'outil SYSTERRE, voir En savoir plus.

Clémence Aliaga - c.aliaga@arvalis.fr

Manuel Heredia, Sylvain Marsac

ARVALIS - Institut du végétal

Paloma Cabeza-Orcel - p.cabeza@perspectives-agricoles.com