



Parcelle de maïs à Luc La Primaube, implantée en semis direct le 10 mai (photo du 6 juillet).

En vignette : état de la surface du sol sur la parcelle d'Anglars Saint Félix.



Agriculture de conservation

Résultats d'essais de semis direct de maïs sous couvert végétal

En 2017, la mission agronomie de la Chambre d'agriculture a suivi un réseau de cinq parcelles de maïs implantées en semis direct, comparées pour deux d'entre elles avec un itinéraire en labour. Ce suivi, dont l'objectif premier était d'observer le comportement des maïs dans divers contextes pédo-climatiques et avec des itinéraires techniques différents, a livré un certain nombre d'enseignements.

En préambule, il convient de rappeler l'importance de ne pas se focaliser seulement sur la technique du semis direct, mais bien de considérer cette méthode comme un système à part entière. Pour réussir et optimiser la mise en œuvre de cette technique, il ne suffit pas de remplacer la charrue par un semoir de semis direct. Il faut respecter les trois piliers de l'agriculture de conservation : maintenir une couverture permanente des sols, minimiser voire supprimer le travail du sol, et enfin introduire de la diversité dans le système de culture (rotations, couverts végétaux). Les cinq parcelles suivies se trouvent sur des sols de type

Ségala (pour quatre d'entre elles) ou Causse (une parcelle), à des altitudes variant entre 465 m et 720 m. Les semis ont été effectués entre le 20 avril et le 18 mai (voir détails dans le tableau 1).

Choisir un précédent adapté à la technique

Le maïs étant une culture exigeante (notamment en azote), le précédent doit être adapté à ses besoins. Toutefois un «bon» précédent en système labour ne l'est pas forcément en semis direct.

• Précédent prairie

La prairie constitue un excellent précédent pour un maïs implanté en labour : ce type de travail du sol permet en effet de libérer une

importante quantité d'azote en générant des conditions favorables à la minéralisation (oxygène, chaleur et humidité). En semis direct, il n'y a pas de pic de minéralisation induit par le travail du sol : les éléments organiques restitués par la prairie seront donc minéralisés sur une plus longue période. De plus, comme les micro-organismes du sol ont besoin d'azote pour minéraliser le carbone séquestré par la prairie, l'azote consommé ne sera pas disponible pour la croissance de la culture, entraînant ce que l'on appelle une «faim d'azote».

• Précédent couvert végétal d'hiver

Dans le cas d'un maïs semé après un couvert végétal d'hiver,

Tableau 1 - Caractéristiques des parcelles suivies et modalités de semis du maïs

	Durenque	Anglars St Félix	Roussennac	La Primaube	Montvert
Type de sol	Ségala	Ségala argileux	Causse profond	Ségala superficiel	Ségala profond
Altitude parcelle	668 m	467 m	465 m	703 m	720 m
Date de semis	18 mai	20 avril	20 avril	10 mai	10 mai
Semoir	Semoir Sola, équipé semis direct avec inter-rang de 37,5 cm				
Précédent	Maïs ensilage	Orge d'hiver	Luzerne	Luzerne	Maïs ensilage
Couvert / culture dérobée	Méteil ensilé	Couvert d'été puis couvert d'hiver	Rechargement luzerne avec méteil	Méteil ensilé	Navette
Variété / indice	Exxotica / 310	P 9838 / 400	Mélange	ES Watson / 270	Mas 24 C / 280
Irrigation	Oui	Oui	Non	Oui	Oui

le choix des espèces composant le couvert doit tenir compte des objectifs de l'agriculteur : récolte ou restitution au sol. Si l'agriculteur souhaite récolter ce couvert - c'est donc une culture dérobée - le méteil fourrager riche en légumineuses semble être l'interculture idéale (voir à ce sujet l'article paru dans le GTI n°168). Si l'objectif est la restitution au sol, il faut alors favoriser des couverts riches en azote (féverole, pois fourrager, vesce, céréales avant épiaison) et éviter ceux qui sont très ligneux ou riches en carbone (crucifères, céréales à épiaison).

Données importantes pour le semis et la levée

► Le semoir

Les parcelles ont été semées avec un semoir monograine équipé pour le semis direct et avec un inter-rang de 37,5 cm.

Quatre éléments permettent d'assurer une mise en terre optimale du grain de maïs :

- un disque ouvreuse ondulé permet d'ouvrir la ligne de semis et de créer un peu de terre fine dans le sillon (grâce à l'ondulation du disque),
- juste derrière, un chasse-débris rotatif constitué de 2 roues «étoile» enlève les résidus végétaux de la surface de la ligne de semis (il ne doit pas remuer de terre),
- ensuite, l'élément semeur est



Semoir mono-graine équipé pour le semis direct de maïs.

comparable à celui d'un semoir monograine classique, avec deux disques pour la mise en terre, - enfin, deux roues crantées referment le sillon par émiettement pour assurer un bon contact entre le grain et le sol.

► L'intérêt du semis à 37,5 cm

Le semis à 37,5 cm d'inter-rang permet d'optimiser la répartition des pieds de maïs. Comparé à un semis de même densité à l'hectare, mais avec un inter-rang de 75 cm, il y aura deux fois plus de distance entre les pieds sur la ligne de semis.

Le choix de la densité de semis doit se faire en cohérence avec le potentiel agronomique de la parcelle : plus celle-ci sera propice à la culture du maïs et plus la den-

sité pourra être élevée. Le taux de levée en semis direct étant similaire à celui d'un itinéraire labour, une augmentation de 5 à 10% de la dose de semis (en semis direct) est amplement suffisante. En revanche, avec un semoir à 37,5 cm d'inter-rang, on peut augmenter la densité de semis de 15 à 20% (tableau 2).

Les densités données (voir tab. 2) sont indicatives : il faut les adapter à la variété, sachant que plus l'indice est tardif et plus la densité devra être faible. Les parcelles suivies ont été semées entre 90 000 et 110 000 pieds par hectare.

► De bonnes conditions de sol obligatoires

Le semis est l'étape la plus importante de l'itinéraire technique.

Tableau 2 - Densités de semis indicatives (nb grains/ha)

Inter-rang de semis	Conditions limitantes	Conditions non limitantes
75 cm	75 000 - 80 000	90 000 - 95 000
37,5 cm	90 000 - 95 000	110 000 - 115 000



En conditions de sol trop sèches, le grain reste en surface (photo de gauche). En conditions trop humides, le sillon ne se referme pas (photo de droite).

Il doit se faire dans de bonnes conditions afin d'optimiser la levée et le démarrage de la culture. Un sol trop mouillé risque d'entraîner un lissage des parois du sillon et des difficultés pour refermer la ligne de semis (phénomène accentué en sol argileux). A l'inverse, si le sol est trop sec, le semoir ne peut pas positionner la graine correctement et laisse des grains en surface. Ce phénomène peut également se produire si le sol est compacté après un chantier d'ensilage.

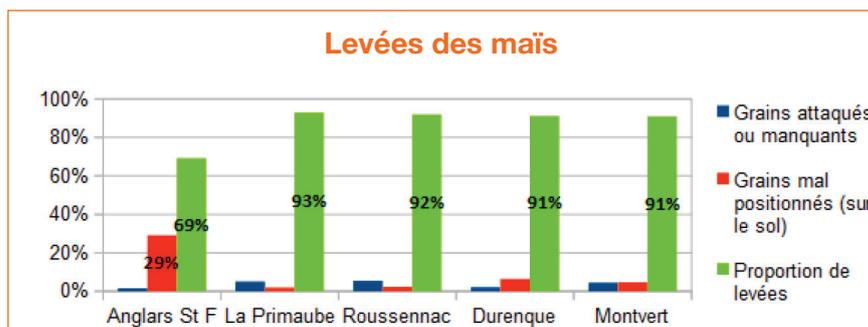
► Une vigueur de démarrage plus lente qu'en labour

Lorsque les conditions de semis sont convenables, on obtient en semis direct une levée comparable à un itinéraire labour (soit au moins 90% de levée). Comme le montre le graphique ci-dessus, les parcelles en essai ont des taux de levée compris entre 91 et 93%, sauf à Anglars Saint-Félix. Cette parcelle a été semée le 20 avril en conditions très sèches, et le semoir n'a pas pu positionner la graine correctement, laissant à la surface du sol une proportion importante de grains (estimée à 29%). Or, si pour une culture d'automne un grain en surface peut germer correctement, il n'en va pas de même pour une culture de maïs...

Après la levée, et à partir du stade 4 - 5 feuilles, les parcelles observées montrent un développement plus lent que pour une parcelle labourée. Ceci s'explique par deux éléments : un enracinement plus lent au début du cycle et l'absence d'un pic de minéralisation (habituellement présent à la suite du travail du sol). Afin de remédier à ce départ en végétation ralenti, il est essentiel de porter son choix



Le 29 mai sur la parcelle de La Primaube : levée des pieds de maïs, 19 jours après le semis.



sur une variété ayant une bonne vigueur de départ.

Un itinéraire culturel à adapter aux spécificités du semis direct

Pour optimiser la quantité et la qualité de la récolte, il est important d'observer régulièrement la parcelle, afin de prévenir une éventuelle carence et de comprendre les raisons des échecs ou des réussites.

► Fertilisation

La fertilisation du maïs est à adapter selon l'historique, les caractéristiques pédologiques de la parcelle et l'inter-culture présente avant le semis. Dans cet essai, les agriculteurs ont tous apporté un engrais starter en localisé à l'implantation du maïs. Positionné à proximité de la ligne de semis, il permet d'accélérer l'enracinement de la plante (notamment grâce au phosphore). Les apports d'azote en cours de développement de la culture doivent être avancés de quelques jours par rapport à un itinéraire avec labour, pour compenser la croissance plus lente au début du cycle (stade 3 - 4 feuilles).

Enfin, il ne faut pas négliger la quantité d'éléments minéraux disponibles pour le maïs lorsque le couvert végétal avant semis est restitué. Par exemple, un couvert de féverole d'hiver de 5 TMS/ha a capté environ 200 kg N/ha durant l'automne et l'hiver, dont près de 50% seront restitués pour la culture suivante, soit 100 U d'azote pour le maïs (calculs réalisés avec la méthode MERCI*).

► Désherbage

La gestion du désherbage est généralement similaire à celle d'une parcelle labourée. Le désherbage en post-levée a été privilégié pour toutes les parcelles en essai, et elles ont été relativement propres. Cependant, à La Primaube et à Roussennac, le précédent luzerne a été difficile à contrôler dans le

maïs. La luzerne est une espèce très compétitive, notamment sur la ressource en eau, et de plus relativement difficile à détruire chimiquement.

► Irrigation

Quand il est possible d'irriguer, il semble judicieux, pour un maïs en semis direct, de déclencher le premier tour d'eau plus tôt que pour un maïs en labour. Un passage d'eau plus précoce peut en effet permettre de compenser en partie le retard dû à l'enracinement plus lent en début de cycle. En fin de cycle en revanche, il sera possible de stopper l'irrigation plus tôt.

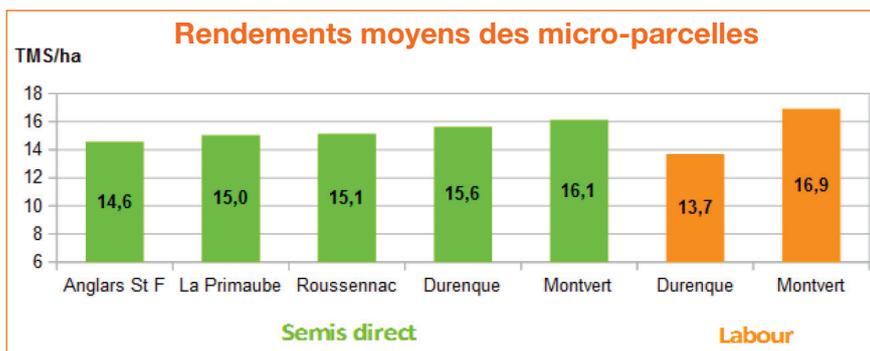
Estimation des résultats de rendement

L'année 2017 a été globalement favorable à la culture du maïs pour les parcelles suivies, notamment grâce à la pluviométrie estivale. Les données présentées dans le graphique (p.23) sont une estimation du rendement réalisée grâce à des prélèvements en «micro-parcelles».

Cet essai permet de confirmer les hypothèses émises suite aux essais des années précédentes : sous réserve de respecter certains principes de base (voir encadré), les maïs implantés en semis direct peuvent donner des rendements comparables aux maïs en itinéraire labour.

Afin de confirmer les références acquises lors des années précédentes, deux parcelles, Durenque et Montvert, ont été comparées à un itinéraire labour. En semis direct, elles affichent des différences respectives de + 1,9 et - 0,8 TMS/ha par rapport à l'itinéraire labour.

(*) MERCI : Méthode d'estimation des Eléments Restitués par les Cultures Intermédiaires). MERCI est un modèle de calcul des fertilisants à apporter à une culture, qui prend en compte l'apport en N, P et K des cultures intermédiaires, quelle que soit leur composition.



D'un point de vue général, dans cette expérimentation, les rendements obtenus sur les parcelles en semis direct varient de 14,6 à 16,1 TMS/ha, synonyme d'une certaine régularité malgré des conditions pédo-climatiques différentes entre parcelles. Il n'a pas été possible de relier ces résultats à un potentiel effet «précédent», «type de sol», «couvert végétal» ou «fertilisation», car les effectifs d'analyse sont trop faibles.

La parcelle qui obtient le plus faible rendement (Anglars Saint Félix) avait également le taux de levée le moins important. Toutefois, dans cet essai, aucune corrélation significative n'est apparue entre la densité de pieds par hectare et le rendement total : il existe en effet un phénomène de compensation partielle, grâce à un poids des pieds de maïs supérieur lorsque la densité est faible.

Points de vigilance en semis direct

- Connaître l'état du sol de la parcelle avant le semis : réaliser des tests à la bêche, des analyses de sol...
- Le semis d'une culture de maïs doit s'intégrer dans une rotation et donc être réfléchi en amont : choix d'un précédent ou d'un couvert végétal favorable, choix d'une variété avec une bonne vigueur de départ.
- Limiter au maximum le compactage du sol induit par les chantiers (ensilage, enrubannage) ou le piétinement des animaux.
- Soigner l'étape du semis : si les conditions ne sont pas bonnes (sol trop sec, trop mouillé), mieux vaut reporter à plus tard...
- Afin d'assurer une croissance soutenue en début de cycle, il est intéressant d'associer un engrais starter au semis (apport en localisé à privilégier, principalement en azote et phosphore).
- Surveiller les populations de bio-agresseurs (notamment les limaces).
- Avancer le ou les apports d'azote par rapport à un itinéraire labour.

Comparaison des coûts de semis

Le tableau ci-dessous présente les charges de mécanisation induites par le semis d'un hectare de maïs, en itinéraire classique labour et en semis direct. Les frais de gestion de la culture après le semis (fertilisation, désherbage, irrigation, récolte) n'ont pas été pris en compte car ils sont identiques dans les deux situations. Ces itinéraires ont été raisonnés selon des pratiques courantes en Aveyron.

La différence obtenue, soit 117,38 €/ha de moins en faveur du semis direct, s'explique principalement par la réduction du nombre de passages avant le semis de la culture, puisque le semis direct se fait sans préparation du sol. Cependant, si on souhaite optimiser l'implantation du maïs en semis direct, il faut tenir compte de certaines charges opérationnelles non intégrées dans ce calcul : l'apport d'un engrais starter au semis (40 à 60 €/ha), et un passage d'herbicide (non systématique) à adapter selon l'état de la parcelle et le précédent (10 à 20 €/ha).

Finalement, si on intègre les charges opérationnelles «nécessaires» au semis direct, on obtient une diminution de 24% du coût d'implantation du maïs (hors coûts de semence).

Bastien Doumayrou,
conseiller agronomie

Charges de mécanisation et main d'œuvre pour l'implantation de 1 ha de maïs*

Itinéraire avec labour		Itinéraire semis direct	
Coût de mécanisation en € HT/ha (incluant le coût de traction**)			
Charrue réversible 4 corps	67,35 €	Semoir monograine SD à 37,5 cm	63,26 €
Herse rotative 3 m	43,90 €	Pulvérisateur 600 l en 12 m	12,70 €
Semoir monograine 4 rgs	45,05 €		
Sous total	156,30 €	Sous total	75,96 €
Coût de la main d'œuvre (coût horaire de 17 €)			
Temps de travail, en h/ha	3,51	Temps de travail, en h/ha	1,33
Main d'œuvre en €/ha	59,70 €	Main d'œuvre en €/ha	22,67 €
Charges de mécanisation à l'implantation (avec main d'œuvre)			
216,00 €		98,62 €	

* D'après le référentiel «Guide des prix de revient des matériels en CUMA Occitanie - Édition 2017» et «Les coûts 2016 des matériels agricoles - Chambres d'agriculture France».

Tous les matériels (hors traction) sont utilisés en CUMA avec une base annuelle de 100 ha.

** Tracteur en propriété, 4 RM, 100 ch, coût horaire HT avec carburant de 17,99 €.

Les actions menées par la Chambre d'agriculture de l'Aveyron en faveur du développement de l'agriculture de conservation bénéficient du soutien de l'Agence de l'eau Adour-Garonne et du Casdar (ministère de l'Agriculture).