



Essai de production de CIVE (cultures intermédiaires à vocation énergétique) en interculture du maïs en vue de l'alimentation d'un méthaniseur

L'essai a été conduit chez Jean Luc Capes à Bourriot Bergonce. Il s'inscrit dans le cadre de l'étude de la faisabilité d'un projet de méthaniseur sur le secteur, menée en partenariat avec la Communauté de Communes des Landes d'Armagnac.

Objectif :

Tester différentes CIVE, récoltées à des dates étagées, afin de quantifier la quantité de biomasse et le potentiel de production énergétique accessible en double culture du maïs. On situe habituellement le seuil de rentabilité d'une CIVE destinée à la méthanisation à environ 5 tonnes de MS/ha.

Optimiser la date de récolte des CIVE et de semis de la culture suivante pour maximiser le produit de la double culture.

Protocole :

- 6 modalités de CIVE constituées de céréales ou de méteils implantées en bandes de 24 m de large et 140 m de long.
- 4 dates de récolte «manuelle » (à l'aide d'une débroussailleuse rotative portable), sur des placettes de 6 m² - deux répétitions
- Exportation de toute la matière végétale aérienne
- Semis du maïs grain à deux dates avec 2 variétés différentes : l'une tardive selon les pratiques habituelles du secteur, l'autre précoce.
- Récolte manuelle sur des placettes de 6 m x 2 rangs - 2 répétitions.
- Analyse en laboratoire des taux de Matière Sèche et de quelques potentiels méthanogènes.

Itinéraire technique :

CIVE :

Précédent maïs grain irrigué

Passage d'un déchaumeur avant le semis

Semis le 3 novembre 2016 à l'épandeur centrifuge + déchaumage superficiel

Azote : 50 unités de sulfonitrate le 16 mars 2017

1 tour d'eau x 12 mm début juin

Chantier de récolte machine le 20 juin 2017

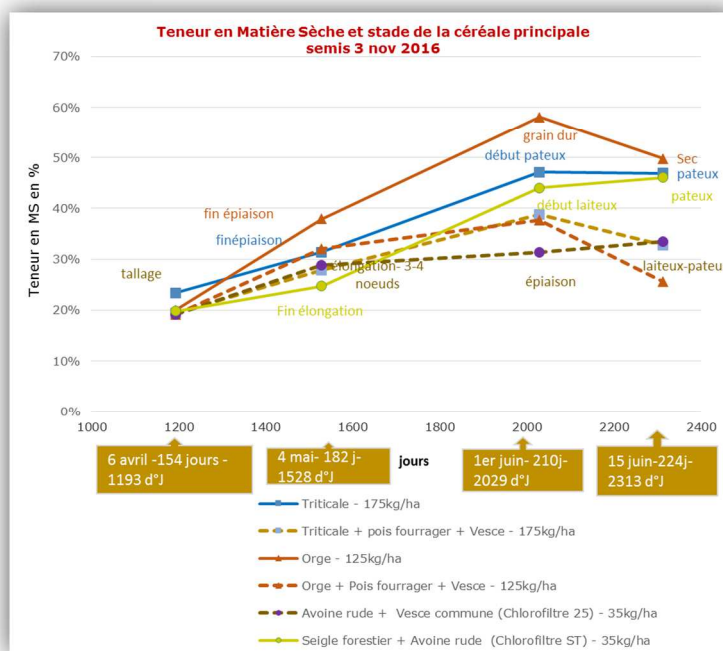
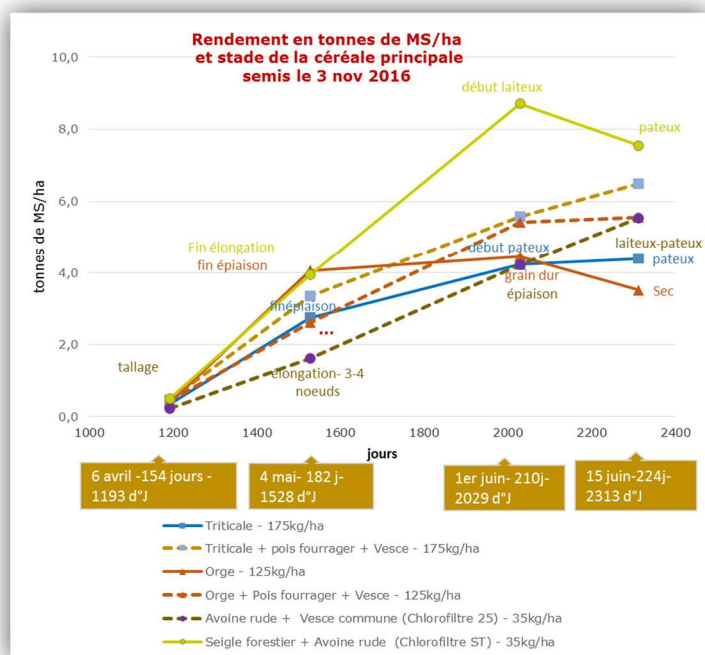


Maïs :

	Maïs tardif	Maïs précoce
Labour	fin mars	21 juin 2017
1 passage vibrocuteur	12 avril 2017	21 juin 2017
Variété	MAS 45.M - demi tardif	MAS 20.A - précoce
Densité de semis	85 000 graines/ha - 80cm	100 000 graines/ha - 80cm
Date semis	13 avril 2017	21 juin 2017
Fertilisation	130 l de 10-34-0 au semis	
	bulk 11-9-25 à 450 kg/ha	
	urée 46% à 400 kg/ha	urée 46 à 350 kg/ha
Herbicides	le 25/04/2017 diode à 0,3 l/ha	le 25/06/2017 dual gold safeneur à 2l/ha + diode 0,2 l/ha
	le 23/5/2017 Camix 2,5 l/ha + Casper 0,15kg/ha	puis rattrapage au diode 0,4 l/ha
Insecticides	néant	decis protech à 0,5 l/ha
Irrigation	300 mm	
Date récolte manuelle	2 octobre 2017	9 octobre 2017
Rendement batteuse de la parcelle entière	125 q/ha à 18,7% H2O	

Résultat : 1^{ère} phase CIVE

	Rendement MS en t/ha			
	6 avril 2017	4 mai 2017	1er juin 2017	15 juin 2017
Durée de la culture (jours)	154	182	210	224
Degrés jours base zéro	1193	1528	2029	2313
Triticale - 175kg/ha	0,4	2,7	4,2	4,4
Triticale + pois fourrager + Vesce - 175kg/ha	0,5	3,3	5,6	6,5
Orge - 125kg/ha	0,4	4,1	4,5	3,5
Orge + Pois fourrager + Vesce - 125kg/ha	0,4	2,6	5,4	5,6
Avoine rude + Vesce commune (Chlorofiltre 25) - 35kg/ha	0,2	1,6	4,2	5,5
Seigle forestier + Avoine rude (Chlorofiltre ST) - 35kg/ha	0,5	3,9	8,7	7,6



La production de biomasse en tonne de MS est directement liée à la durée de la culture, la somme des degrés jours dont la culture a bénéficié et au stade de développement atteint. Le 6 avril, en lien avec la date tardive de semis (3 novembre), les plantes étaient toujours au stade tallage et la biomasse était très réduite (0,5 tonnes de MS/ha au maximum).

Au 4 mai avec 182 jours et 1528 degrés jours, la phase intense de croissance correspondant à l'élongation de la tige des céréales a permis en 1 mois supplémentaire la production de près de 4 t de MS pour l'orge et le mélange seigle-avoine.

Cette phase de forte croissance se termine vers l'épiaison, on atteint ainsi plus ou moins un plateau.

La 1^{ère} quinzaine de juin ne permet d'augmenter la matière sèche produite que pour les méteils grâce au développement tardif des légumineuses.

L'augmentation du rendement en MS est directement corrélée avec l'augmentation de la taille de la culture (qui a atteint 2 m pour le mélange seigle avoine). Le taux moyen de MS des céréales (plante entière) était de 21% au 6 avril, 31% au 4 mai et a plafonné à 50% entre le 1^{er} juin et 15 juin.

L'orge plus précoce que les autres céréales avait atteint, dès le 6 avril 4 tonnes de MS et le stade fin épisaison, mais son mauvais état sanitaire n'a pas permis un remplissage des grains correct. La semence était de l'orge consommation. Il serait intéressant de tester de l'orge certifiée.

Le mélange seigle avoine a atteint 8 tonnes de MS à partir au 1^{er} juin avec 2029 Degrés jours. Une densité plus élevée mériterait sans doute d'être testée.

Le triticale atteint 4 tonnes de MS à partir du 1^{er} juin.

Potentiel méthanogène et production d'énergie :

CIVE	date	stade	Potentiel méthanogène	Taux de dégradation à 25 jours	Teneur en CH ₄ du biogaz	Rendement	Rendement en énergie
			Nm ³ CH ₄ /tMS	%	%	tMS/ha	Nm ³ CH ₄ /ha
Orge	04/05/2017	fin épisaison	314	64%	61%	4,1	1275
Triticale	01/06/2017	début pâteux	287	64%	57%	4,2	1213
	15/06/2017	pâteux	290	58%	61%	4,4	1275
Seigle forestier + Avoine rude + (Chlorofiltre ST) -	04/05/2017	seigle fin élancement - avoine 3 nœuds	312	63%	61%	3,9	1229
	01/06/2017	seigle: début laiteux-avoine épisaison	270	54%	61%	8,7	2352
	15/06/2017	seigle et avoine pâteux	277	53%	63%	7,6	2093

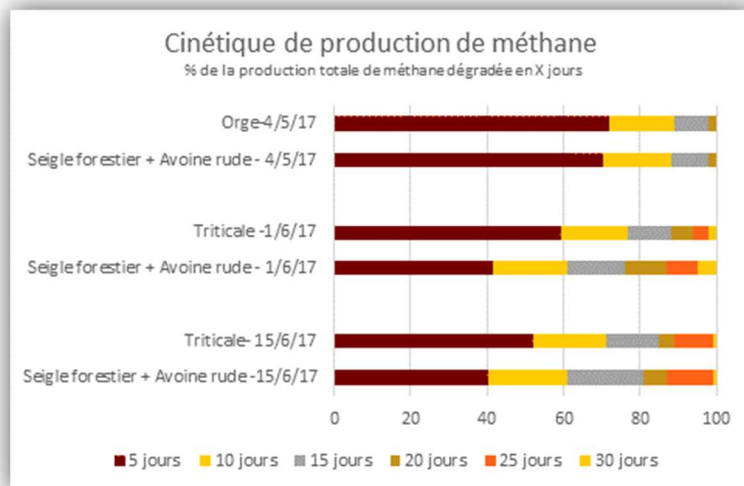
Compte tenu du coût élevé des analyses sur le potentiel méthanogène, il était prévu de le mesurer seulement sur les trois dernières dates de récolte et les deux cultures de céréales des plus développées. Mais vu le mauvais état sanitaire de l'orge au 1^{er} juin, nous avons fait les mesures suivantes sur le triticale.

Compte tenu du peu de mesures disponibles, les commentaires suivants doivent être considérés comme des tendances qui restent à confirmer.

Les potentiels méthanogènes se situent autour de 313 Nm³ de CH₄/t MS au 4 juin pour des stades de la fin élancement à la fin épisaison.

Ils se situent entre 270 et 290 Nm³ de CH₄/tMS entre le 1^{er} et le 15 juin. On aurait donc plutôt une diminution du potentiel méthanogène l'épisaison dépassée.

La teneur en CH4 du biogaz est stable autour de 61%.



Il semble que les récoltes du 4 mai donnent une biomasse qui se dégrade rapidement (71% dégradés en 5 jours et 100% en 20 jours), tandis que les récoltes à partir du remplissage des grains donnent une biomasse plus lente à dégrader (respectivement pour le mélange seigle avoine et pour le triticale : 41% et 55 % dégradés en 5 jours et 87% et 91% en 20 jours). Par ailleurs le mélange seigle avoine aurait tendance à se dégrader plus lentement que le triticale.

Ces cinétiques sont sans doute liées à l'évolution de la composition des plantes : à la montaison, la plante est verte puis les tiges deviennent plus « pailleuses » c'est à dire qu'elles contiennent des chaînes carbonées plus longues (cellulose, lignine) qui mettent plus de temps à se dégrader.

Le rendement énergétique en Nm³/ha semble donc être maximum, ou du moins atteindre un plafond, aux alentours de l'épiaison.

Conclusion : les tendances à confirmer

La date optimale de récolte des CIVE se situerait vers le stade fin montaison, épiaison.

Il est souhaitable d'attendre la fin de la montaison afin de bénéficier de l'accroissement de la biomasse et d'atteindre un rendement en MS suffisant.

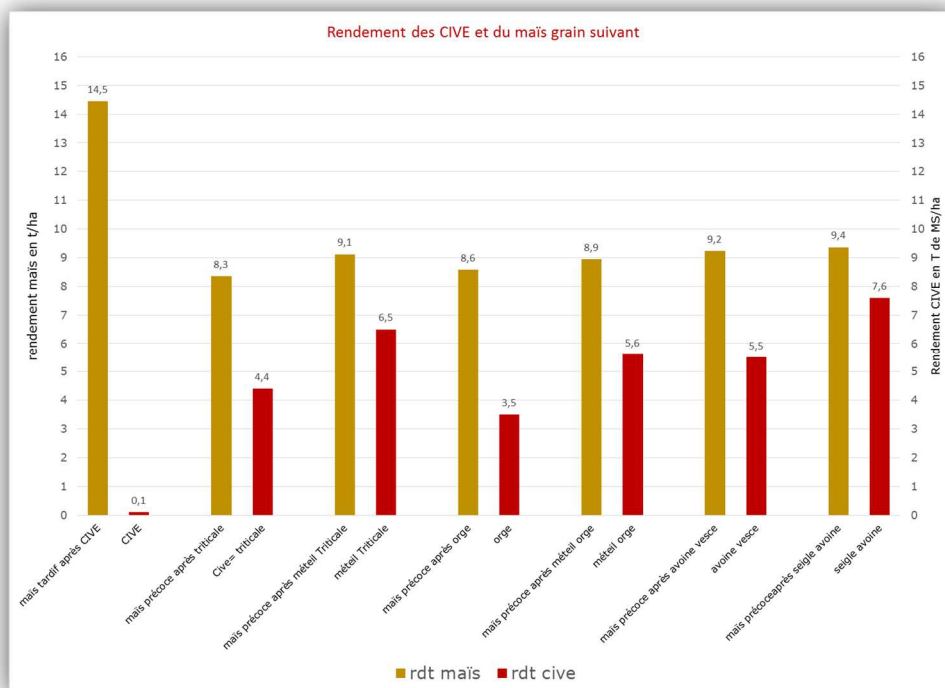
Il n'est pas opportun d'attendre le remplissage du grain, car le potentiel méthanogène de la plante entière n'augmente pas, tandis que la vitesse de dégradation de la biomasse, c'est à dire la vitesse de production du méthane diminue.

Une récolte vers le stade fin montaison épiaison permet de concilier les différents facteurs optimisant la valorisation par un méthaniseur d'une CIVE :

- Rendement en MS suffisant et supérieur à 5 t
- Potentiel méthanogène optimal
- Taux de MS proche de l'optimum conseillé pour un stockage en ensilage
- Date de récolte la moins tardive possible, afin de permettre l'implantation d'une deuxième culture à une date lui permettant de boucler son cycle sans trop pénaliser le rendement.

Il est possible d'atteindre les 5 tonnes de MS considérés comme le seuil de rentabilité d'une CIVE avec 2000 Degrés jours ce qui représentait, 210 jours de culture entre le 3 novembre 2016 et le 1^{er} juin 2017, avec les mélanges : triticale/pois fourrager/vesce ; orge/pois/vesce ; seigle forestier/avoine rude. Ce dernier mélange a permis d'atteindre 7 à 8 tonnes de MS.

Résultat 2^{ème} phase : maïs



Le rendement moyen du maïs tardif (date de semis : du 13 avril, habituelle pour le secteur) a été de 145 q/ha en récolte manuelle, sur l'essai. Le rendement machine sur la parcelle a été de 125 q/ha.

Le rendement moyen du maïs précoce sur l'essai en récolte manuelle a été de 89 q/ha soit un décrochage de 56 q/ha, presque proportionnel au nombre de degrés jours manquants.

On n'observe pas de perte de rendement sur le maïs qui a suivi les CIVE les plus productives.

Le gain de rendement sur les maïs suivant les méteils par rapport aux traitements sans légumineuses n'est pas significatif compte tenu de la variabilité.

Variété	Maïs tardif	Maïs précoce	Différence	Valeur du maïs précoce en % de la valeur du maïs tardif
	MAS45M	MAS20A		
Densité de semis	85 000 graines/ha - 80cm	100 000 graines/ha - 80cm		
Date semis	13 avril 2017	21 juin 2017		
Date récolte	2 octobre 2017	9 octobre 2017		
Durée de culture en jours	172 jours	110 jours	62 jours	64%
Durée de culture en degrés jours	2 167°C	1 475°C	692°C	68%
Besoin en Température pour atteindre 32% d'H2O	1970°C	1640°C	330°C	
Rendement moyen à 15% (en q/ha)	145	89	56	62%
Humidité de récolte en %	19%	39%		
PMG en g	334	253	81g	76%



Approche économique de la double culture :

Le coût de production d'une cive se situerait autour de 460 €/ha et sa marge bénéficiaire autour de 240 €/ha selon les hypothèses ci-dessous :

Produit Cive 7 t MS X 100€/t de MS = 700 €/ha	
Charges :	
semoir	60
rouleau	10
semence	65
épandage azote	15
60 u d'azote à 0,80€	48
deux tours d'eau (eau + électricité)	10
récolte fauche - ensileuse	250
Total charges €/ha	458
Marge	242

Si l'on considère un prix du maïs (net de séchage) à 130 €/t, la marge dégagée par la CIVE compenserait une perte de rendement en maïs de 18 quintaux.

Economiquement, la double culture avec les dates de semis et de récolte testées dans l'essai n'est pas rentable : la perte de rendement sur le maïs grain est trop importante du fait de son semis tardif au 21 juin.

Néanmoins, l'essai semble montrer qu'il n'est pas utile d'attendre le remplissage des grains pour récolter la CIVE. Par ailleurs, on sait qu'un semis plus précoce de la CIVE est favorable à son implantation, au tallage et permet de baisser la quantité de semence.

Compte tenu des résultats à consolider, **on s'orientera plutôt vers une implantation de la CIVE autour du 10 octobre pour une récolte au 10 mai**, ce qui lui permettra de bénéficier de 2000° jours base zéro (calcul sur des moyennes de températures de 2013 à 2016) et devrait lui permettre d'atteindre le stade fin montaison - début épiaison des céréales.

Ceci permettra ensuite l'implantation de la culture principale, qui pourra ainsi bénéficier du 15 mai au 5 octobre de 1850° jours base 6. **Ceci est compatible avec les dates habituelles de semis et récolte des cultures sous contrat** et donc ne pénalise pas leur marge : maïs doux, maïs semence, double cultures de haricots verts.

Dans le cas d'un maïs grain, avec 1850° jours, ceci permet d'implanter une variété demi-précoce, dont certaines ont un potentiel de rendement de 130 q/ha récolté à 32% d'humidité.

Néanmoins si l'on compare avec la pratique actuelle d'un maïs très tardif semé le 1^{er} avril et récolté au 10 octobre (ce qui représente 2230 d° jours, soit une large marge de manœuvre), on perd 380° jours. La perte de rendement associée absorbe tout ou partie de la marge de la CIVE.

L'équilibre économique est donc précaire, sauf si l'on est dans une situation où l'implantation d'un couvert est obligatoire.

Une solution pour allonger la culture de maïs grain et s'approcher des variétés tardives (pratiques actuelles) serait de cultiver la CIVE un hiver sur deux :

Année 1 : semis du maïs fin mars, récolte du maïs et semis de la CIVE début octobre, récolte de la CIVE début mai;

Année 2 : semis du maïs début mai, récolte du maïs début novembre pas de CIVE hivernale.

Il faudra donc le double de surface en maïs pour produire la même quantité de CIVE.