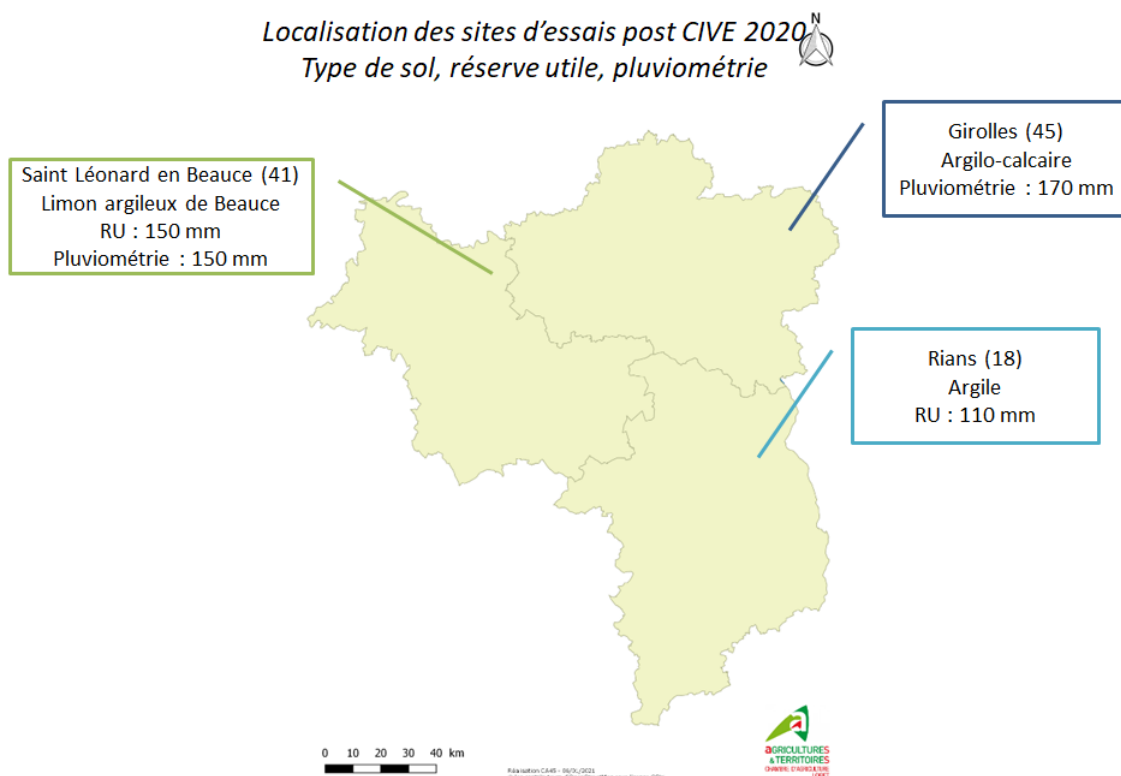


## Impact des CIVE sur la culture suivante et choix de la culture à implanter après une CIVE

Les projets de méthanisation continuent de se développer dans la région Centre-Val de Loire. Aujourd'hui, les porteurs de projets produisent des Cultures Intermédiaires Vocation Énergétique (CIVE) pour assurer l'approvisionnement de leur unité. Majoritairement des CIVE d'hiver, elles sont récoltées courant du mois de mai pour permettre une production de biomasse en quantité suffisante. Après leurs récoltes, le choix de la culture à implanter devient un réel questionnement. Le maïs grain ou ensilage fait partie des cultures pouvant être implantées après une CIVE mais d'autres sont également envisageables. Autre questionnement, le précédent CIVE aurait-il un impact sur le rendement de la culture suivante?

### PRESENTATION DU RESEAU D'ESSAIS ET OBJECTIFS :

Pour répondre à la demande terrain et acquérir des références technico-économiques, un réseau de 3 essais cultures post CIVE a été implanté cette année. Ces essais se situent dans le département du Cher, du Loir et Cher et du Loiret. Les sites d'essai ont été implantés en bandes et non en micro-parcelles. Tous les sites sont irrigués. Nous pourrions ainsi observer uniquement des tendances de résultats.



## PROTOCOLE

Les objectifs de ces essais étaient d'identifier un éventuel effet précédent CIVE sur la culture suivante et d'une autre part évaluer la rentabilité de la culture implantée après récolte des CIVE.

**Les départements du 18 et du 45 ont fait le choix d'étudier l'effet précédent CIVE sur la réussite du maïs.**

**Le département du 41 a fait le choix d'étudier la réussite de plusieurs cultures suivantes indépendamment du précédent CIVE.**

### 1) Essais du département du Cher – Rians (18)

Dans le département du 18, un maïs a été implanté à la suite de différentes CIVE (ayant eu une fertilisation de 100 U). Ainsi, nous retrouverons comme précédents:

- Orge d'hiver
- Avoine
- Triticale
- Seigle lignée
- Seigle hybride
- Seigle hybride et Avoine

Le tableau ci-contre (1) reprend l'itinéraire technique de ce site d'essais.

Pour évaluer la réussite de la culture, deux comptages ont été réalisés : le premier 15 jours après la date de semis et le second à 1 mois.

La récolte **ensilage** a été réalisée **manuellement** à une seule date. Les rendements ont ensuite été calculés en tonnes de MS/ha.

**Tableau 1 : Itinéraire technique site d'essais Rians (18) pour le maïs post CIVE 2020**

Site d'essai	Rians (18)
Variété	Maïs P7404
Date de semis	10/06/2020
Densité de semis	95 000 gr/m <sup>2</sup>
Irrigation	2 tours d'eau à 70 mm soit 140 mm au total
Fertilisation (dose et type)	138 U Urée
Date de récolte	25/09/2020
Type de récolte	Manuelle Ensilage

### 2) Essais du département du Loiret- Girolles (45)

Dans le département du 45, le maïs a été implanté à la suite des mêmes précédents CIVE que sur le site de Rians (18).

Le tableau ci-contre (2) reprend l'itinéraire technique de ce site d'essais.

Pour évaluer la réussite de la culture, deux comptages ont également été réalisés tel que précédemment.

La récolte **en grain** a été réalisée **manuellement** à une seule date. Les rendements ont ensuite été calculés en quintaux/ha ramenés à 15 % d'humidité.

**Tableau 2 : Itinéraire technique site d'essais Girolles (45) pour le maïs post CIVE 2020**

Site d'essai	Girolles (45)
Variété	NC (Précoce)
Date de semis	16/05/2020
Densité de semis	98 000 gr/m <sup>2</sup>
Irrigation Pluviométrie	1 tour d'eau à 25 mm et 3 tours d'eau à 30 mm soit 105 mm au total
Fertilisation (dose et type)	NC
Date de récolte	08/10/2020
Type de récolte	Manuelle Grain

### 3) Essais du Loir-et-Cher – Saint Léonard en beauce (41)

Le département du 41 a fait le choix d'étudier différentes cultures à la suite de CIVES. Les cultures ayant été implantées sont les suivantes :

- Maïs (variétés : KWB9009 indice 190 ; SEVERUS indice 190 ; ES GALLERY indice 320 ; P7054 indice 200 ; P8704 indice 280)
- Sorgho
- Millet
- Tournesol
- Sarrasin
- Fenugrec
- Cameline

Le tableau ci-contre (3) reprend l'itinéraire technique de ce site d'essais. Un déchaumeur à dent a été passé deux fois avant implantation.

La récolte **en grain** a été réalisée **manuellement**. Les rendements ont ensuite été calculés en quintaux/ha ramenés à 14 % d'humidité et la marge brute a été déterminée pour chaque culture selon la conduite de l'essai.

**Tableau 3 : Itinéraire technique site d'essais St Léonard en Beauce (41) pour le maïs post CIVE 2020**

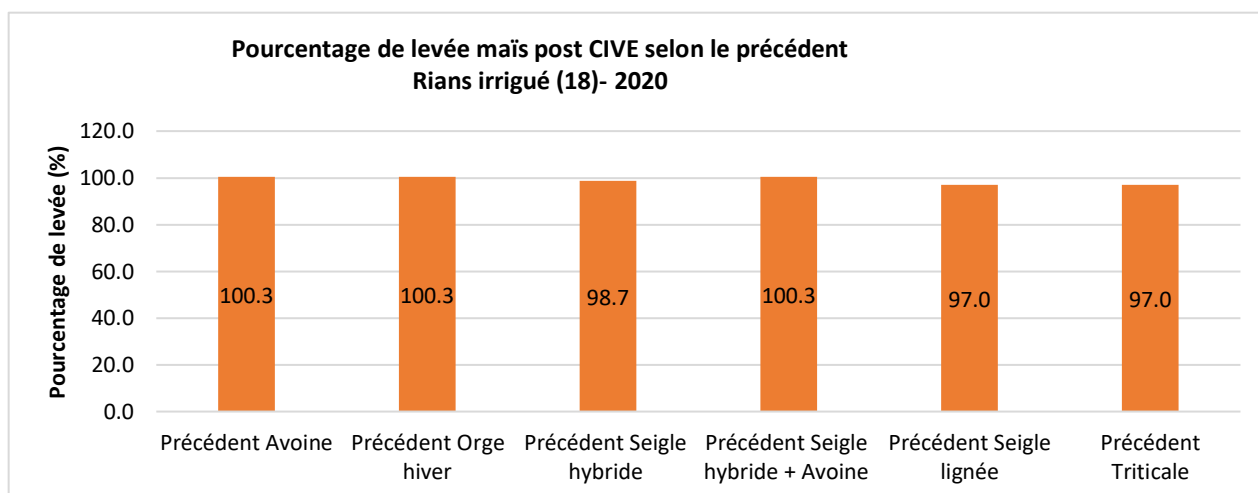
Site d'essai	Léonard en beauce (41)
Date de semis	27/05/2020
Irrigation	2 tours d'eau à 20 mm et 3 tours d'eau à 30 mm Soit 130 mm au total
Fertilisation (dose et type)	Pas de fertilisation
Date de récolte	16/10/20
Type de récolte	Manuelle Grain

## RESULTATS

### 1) REUSSITE DE LA LEVEE

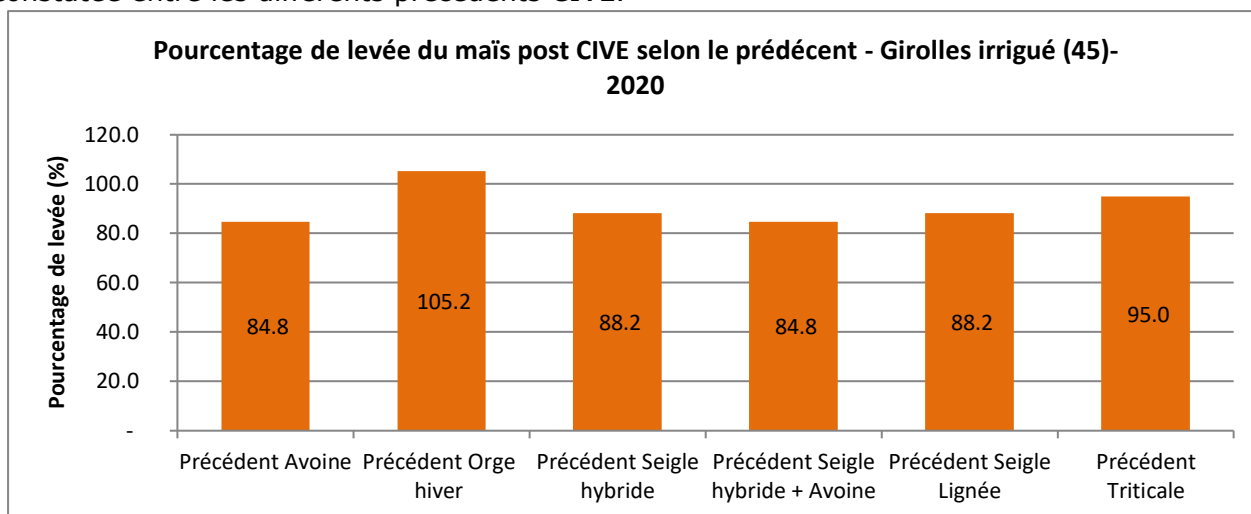
Les comptages de levée n'ont été réalisés que pour les sites de Rians (18) et de Girolles(45). Ils ont été réalisés 15 jours après la date de semis et 1 mois après. Les graphiques ci-dessous représentent le pourcentage de levée du maïs respectivement pour chaque site d'essais (*fig.1* pour le site du 18 et *fig.2* pour le site du 45).

Les pourcentages de levée ne sont pas significativement différents entre les deux dates de comptage. Par conséquent, les données présentées sur les graphiques sont celles de la deuxième date de comptage (site de Rians : le 10/07, site de Girolles : 09/07).



**Figure 1 : Pourcentage de levée du maïs selon les différents précédents CIVE pour le site de Rians (18)-2020- Essais cultures post CIVE.**

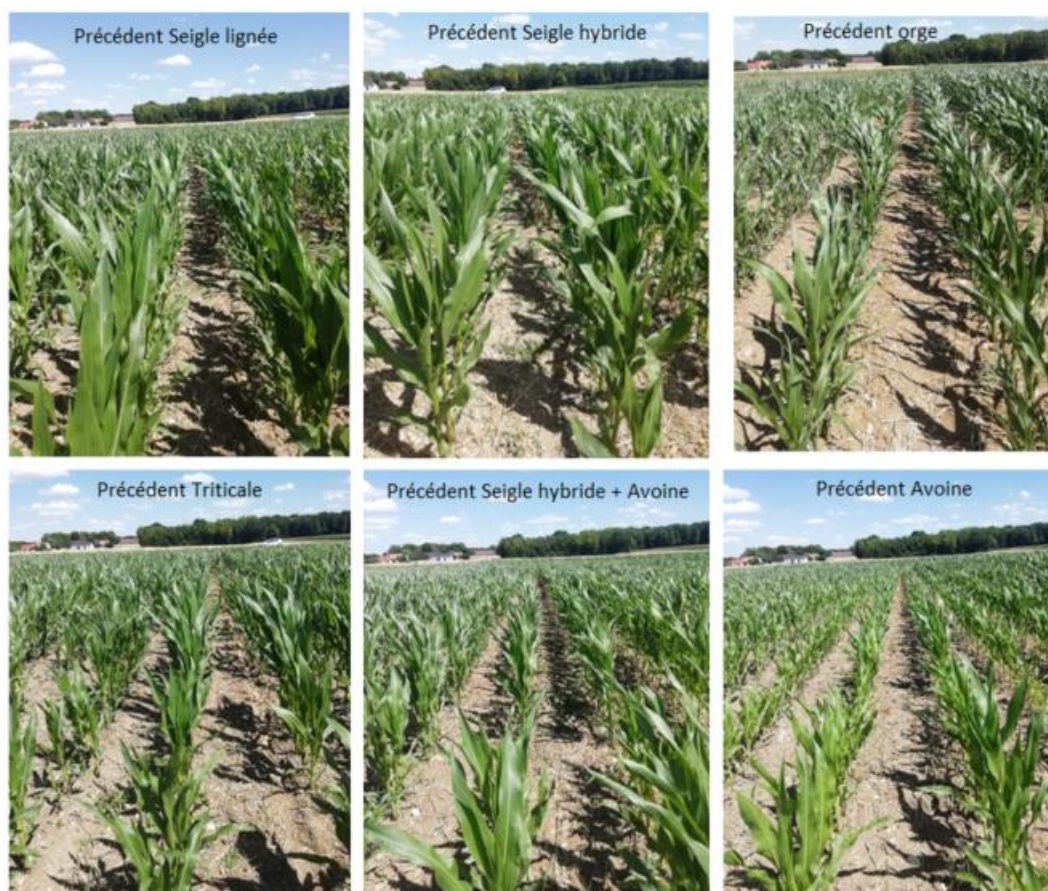
D'après ce graphique, nous constatons une bonne réussite de la levée du maïs post CIVE, avec des pourcentages compris entre 97 et 100,3%. Aucune différence significative n'est constatée entre les différents précédents CIVE.



**Figure 2 : Pourcentage de levée du maïs selon les différents précédents CIVE pour le site de Girolles (45)-2020- Essais cultures post CIVE.**

Ce second graphique montre également une bonne réussite de la levée du maïs post CIVE, avec des pourcentages compris entre 84.8 et 105.2 %. De même que précédent, aucune différence n'est significative entre les différents précédents CIVE.

Les photos suivantes ont été prises le 09 juillet 2020. Visuellement, nous remarquons une différence de développement du maïs après les précédents triticale, orge d'hiver et avoine. Nous pouvons émettre l'hypothèse d'un effet précédent négatif qui sera confirmé ou non par l'étude comparative des rendements.



## 2) RESULTATS

### 2.1) Essais du Cher – Rians (18)

Le graphique ci-dessous présente les résultats de rendement en tonne de matière sèche du maïs post CIVE récolté en ensilage. A noter que des repousses d'orge d'hiver ont été observées sur ce site d'essai.

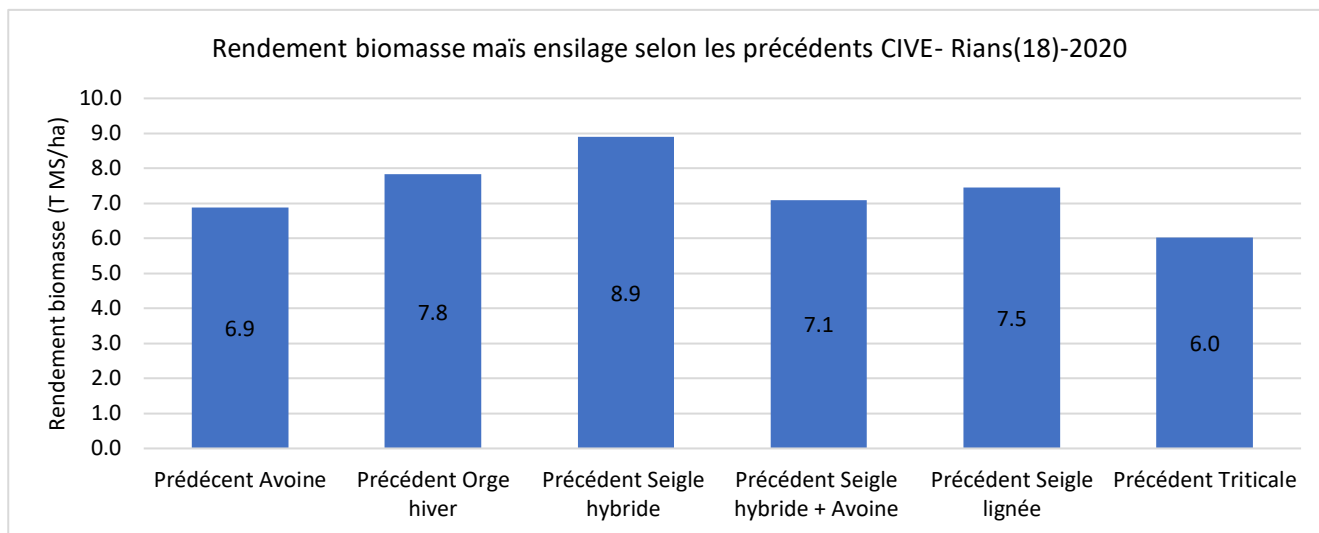


Figure 3 : Rendement en tonnes de matière sèche du maïs post CIVE récolte ensilage selon les précédents- Rians (18)-2020- Essais cultures post CIVE.

Visuellement, nous pouvons constater que les rendements diffèrent selon les précédents, **entre 6 T MS/ha et 8.9 T MS/ha avec une moyenne de 7.4 T MS/ha**. Les meilleurs rendements sont obtenus après les précédents seigle hybride (8.9 T MS/ha) et seigle lignée (7.5 T MS/ha) et les moins bon après les précédents avoine (6.9 T MS/ha) et triticale (6 TM/ha). Les repousses d'orge non maîtrisées n'ont à priori pas impacté le rendement du maïs. Le constat visuel de l'effet précédent sur le site d'essai du 45 se retrouve dans les valeurs de rendements de ce site d'essais.

Pour une récolte en ensilage le pourcentage de matière sèche doit être compris entre 25 et 35 %. Le graphique ci-dessous indique les pourcentages de matière sèche à la récolte du maïs sur le site de Rians (18).

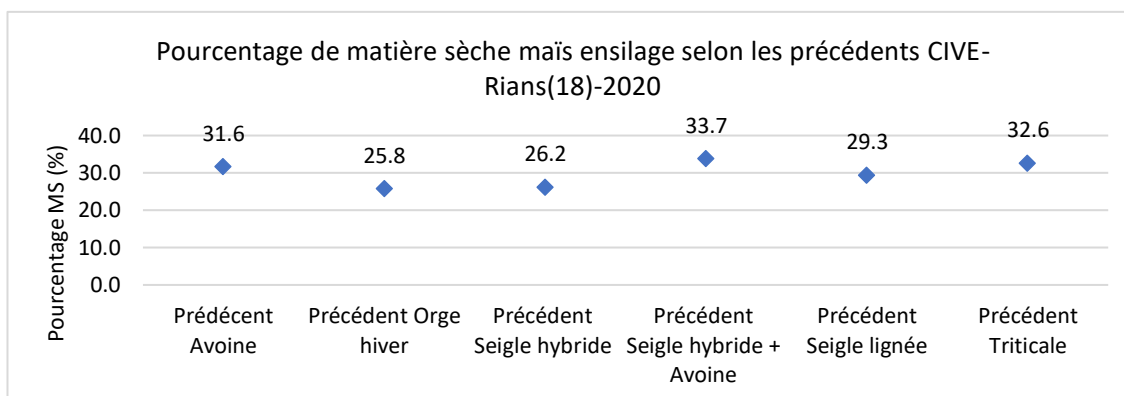


Figure 4 : Pourcentage de matière sèche à la récolte du maïs ensilage post CIVE 2020 (département 18) 2020.

A la date de récolte, l'ensemble des modalités ont un pourcentage de matière sèche supérieur à 25 %. Des différences de maturité entre les précédents sont visibles mais ne sont pas en corrélation avec les constats faits sur les valeurs de rendement maïs.

## 2.2) Essais du Loiret-Girolles (45)

Le graphique ci-dessous présente les résultats des rendements du maïs récolté en grain sur le site de Girolles (45) selon les précédents CIVE.

La récolte a été réalisée manuellement. Les pourcentages d'humidité étaient supérieurs à 15 % à la récolte pour l'ensemble des modalités, avec une moyenne de 34.2 %. Les rendements ont donc été ramenés à 15 % d'humidité.

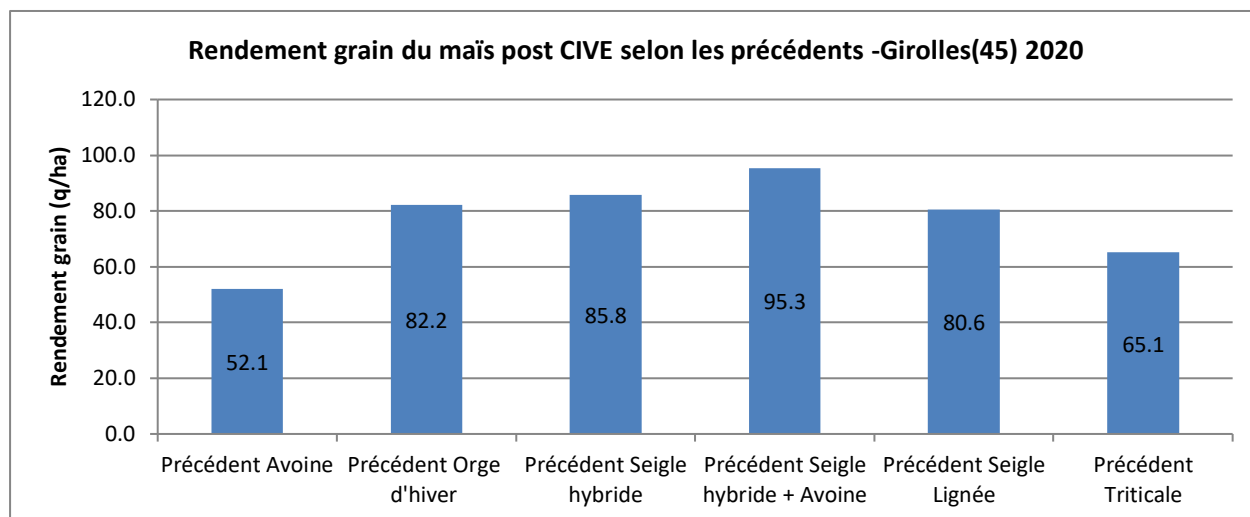


Figure 5 : Rendement en quintaux/ha du maïs post CIVE en récolte grain selon les précédents- Girolles (45)-2020- Essais cultures post CIVE.

Pour ce site d'essais, nous constatons également une différence de rendement selon les précédents CIVE. **Les rendements grain s'étendent de 52.1 q/ha à 95.3 q/ha avec une moyenne de 76.8 q /ha.** Les meilleurs rendements ont été obtenus après les précédents seigle lignée + avoine (95.3 q/ha), le seigle hybride (85.8 q/ha) et l'orge d'hiver (82.2 q/ha) et les moins bon après l'avoine (56.3 q/ha) et le triticale (70.3 q/ha). Les différences de développement observées début juillet se retrouvent dans les résultats.

Le tableau ci-dessous exprime l'écart relatif du rendement par rapport au précédent seigle hybride pour les deux sites d'essais ainsi que la moyenne.

Précédent	Ecart relatif de rendement par rapport au seigle hybride (Girolles-45)		Ecart relatif de rendement par rapport au seigle hybride (Rians-18)		Moyenne écart relatif
<b>Avoine</b>	-	39 %	-	23 %	<b>-31 %</b>
<b>Orge d'hiver</b>	-	4 %	-	12 %	- 8 %
<b>Seigle hybride</b>		0 %		0	0%
<b>Seigle hybride + Avoine</b>	+	11 %	-	20 %	- 5 %
<b>Seigle lignée</b>	-	6	-	16 %	- 11 %
<b>Triticale</b>	-	24 %	-	32 %	- 28 %

Pour les deux sites d'essais, un effet précédent CIVE sur le rendement du maïs a été observé. Les précédents avoine et le triticale impacteraient négativement et de manière significative le rendement du maïs post CIVE. Comparé au seigle hybride, l'écart relatif du

rendement, qu'il soit en grain ou en ensilage, est d'en moyenne -31 % pour l'avoine et -28% pour le triticale.

L'effet allélopathique des graminées, et en particulier celui de l'avoine, est connue mais n'a, en théorie, pas d'impact sur le maïs. La tendance observée est donc difficilement explicable. Il serait judicieux de reconduire cet essai et d'étudier le statut hydrique du sol après récolte des CIVE ainsi que le stade physiologique de la CIVE à la récolte. Cette tendance aurait également besoin d'être confirmée sur d'autres cultures suivantes que le maïs.

Nos précédents essais CIVE ont montré que la quantité de biomasse produite est peu variable entre les différentes espèces de CIVE. Dans le but d'optimiser les productions à l'échelle d'une rotation comportant une CIVE, le choix du seigle hybride ou lignée, seul ou en mélange, et de l'orge d'hiver serait donc plus pertinent que celui de l'avoine et du triticale.

### 2.3) Essais du Loir-et-Cher (41)

Pour rappel, le Loir-et-Cher a fait le choix d'étudier les cultures suivantes post CIVE indépendamment du précédent.

Parmi les cultures implantées, certaines n'ont pas levé comme le soja, la cameline et le fenugrec. Le tournesol a été détruit par les corbeaux et le sarrasin était trop hétérogène pour être récolté. Les cultures ayant pu être récoltées sont le maïs, le millet et le sorgho. Les rendements ont été calculés sur une base de 14 % d'humidité et sont présentés dans le graphique ci-dessous.

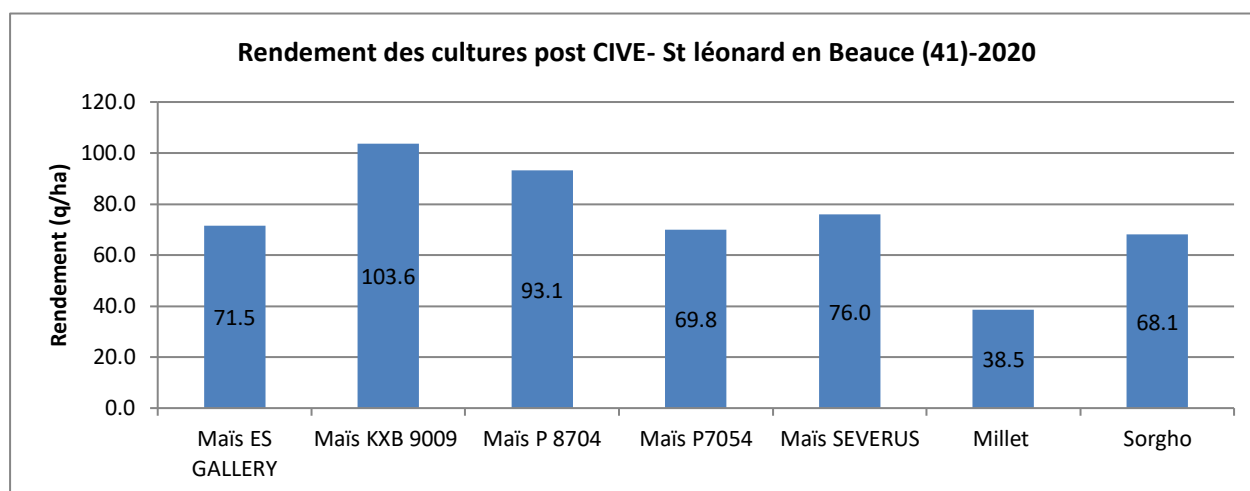


Figure 6 : Rendement en quintaux/ha des cultures post CIVE- St Léonard en Beauce (41)-2020- Essais cultures post CIVE.

Nous pouvons constater un écart de rendement significatif entre les différentes variétés de maïs. **La moyenne de rendement du maïs récolté en grain est de 82.8 q/ha allant de 69.8 q/ha à 103.6 q/ha.** Les modalités les plus productives sont le **maïs KXB 9009 (type fourrage, indice 190, ultra précoce)** et **P8704 (type grain, indice 220, précoce)**. Le moins bon rendement est obtenu par la variété ES GALLERY, un maïs type grain ½ précoce. D'après ces résultats, il est préférable de choisir des variétés de **maïs précoce ou ultra-précoce** pour un meilleur rendement.

Le choix entre le maïs, le millet et le sorgho se fera davantage par comparaison de la marge brute de ces 3 cultures.

La marge brute a été calculée uniquement pour ce site d'essais pour différencier d'un point de vue économique les cultures. Dans les charges opérationnelles sont inclus les semences, la fertilisation (si il y a) et les produits phytosanitaires. Les coûts d'irrigation ont été calculés sur une base de 1€5/mm, soit 195 €/ha pour ce site. Les frais de séchage du maïs ont été pris en compte d'après le barème de réfraction 2020/2021 de la CA.PRO.GA. Le tableau suivant détaille les charges opérationnelles, le prix de vente et les charges d'irrigation utilisés pour les calculs.

ESPECES	CHARGES OPERATIONNELLES (€/HA)	PRIX DE VENTE (€/HA)
MAIS	574	160
SORGHO	514	160
MILLET	210	220

**Tableau 4 : Récapitulatif des résultats d'essais Culture post CIVE-St Léonard en Beauce(41)-2021**

Cultures	Rendement moyen (q/ha)	% Humidité Relative récolte	Marge brute (€/ha)	Marge brute après réfraction séchage maïs (€/ha)
<b>Maïs ES GALLERY</b>	71,5	38,8	376	147
<b>Maïs KXB 9009</b>	103,6	30,4	889	638
<b>Maïs P 8704</b>	93,1	34,0	721	464
<b>Maïs P7054</b>	69,8	33,8	348	156
<b>Maïs SEVERUS</b>	76,0	17,0	447	411
<b>Millet</b>	38,5	21,3	442	-
<b>Sorgho</b>	68,1	32,9	380	-

Les valeurs de rendement obtenues par ces essais sont des références techniques en situation irriguée.

Les marges brutes obtenues sont toutes positives et confirment la rentabilité des cultures post CIVE, que ce soit du maïs, du millet ou bien du sorgho. A noter que l'ensemble de ces modalités ont été irriguées de la même façon. Le millet et le sorgho sont des cultures moins gourmandes que le maïs. Par conséquent, leur rentabilité serait probablement améliorer avec un apport d'eau moindre. De plus, les pourcentages d'humidité à la récolte du maïs, voir du sorgho, sont importants. Les coûts de séchage sont également un facteur impactent la rentabilité des cultures.



Les essais cultures post CIVE ont permis d'acquérir des références techniques sur le maïs, grain ou ensilage, sur le sorgho et le millet. Un effet précédent a pu être mis en évidence sur le rendement de la culture suivante. Le seigle, seul ou en mélange, et l'orge sembleraient de meilleurs précédents que l'avoine et le triticale.

Pour un maïs post CIVE récolté en grain, le rendement moyen est de 76.8 q/ha (dép .45) et de 82.8 q/ha (dép.41), pour du maïs post CIVE récolté en ensilage le rendement moyen est de 8 T MS/ha (dép.18). L'irrigation et les frais de séchage sont des facteurs non négligeables pour la rentabilité des cultures. L'irrigation représente entre 31 % des charges opérationnelles du maïs et 92 % pour le millet. La réfraction de séchage peut entraine entre 8 et 60 % de baisse de la marge brute à la récolte. Le choix de variétés précoces ou ultra précoces est préférable pour compenser avec la date de semis tardive des cultures post CIVE et améliorer le rendement. De même, il sera judicieux de choisir des cultures nécessitant un apport d'eau moindre.

Le sorgho et le millet ont l'avantage d'être moins gourmands en eau que le maïs. Rentable, ces deux cultures semblent des alternatives pertinentes en post CIVE.

Faute d'humidité suffisante et des dégâts des oiseaux, le soja, la cameline et le fenugrec n'ont pas levée sur l'essai de la CA41.

L'effet précédent CIVE observé demande à être confirmé lors de prochains essais et étudié sur d'autres cultures que le maïs. L'explication reste incertaine : effet allopathique, effet année, statut hydrique du sol avant implantation... des hypothèses à confirmer ou infirmer par des nouveaux essais.



Avec le soutien financier de la Région Centre Val de Loire.