



Raisonner la fertilisation PK pour les CIVE : raisonnement et évaluation multicritères

OUDOIRE G. ⁽¹⁾, DEGAN F. ⁽¹⁾, LEVEAU V. ⁽¹⁾, LAGRANGE H. ⁽²⁾, VERICEL G. ⁽²⁾, LE SOUDER C. ⁽¹⁾, DAGORN N. ⁽²⁾, MARSAC S. ⁽²⁾

⁽¹⁾ARVALIS - Institut du végétal Boigneville (91) – f.degan@arvalis.fr

⁽²⁾ARVALIS - Institut du végétal Baziège

CONTEXTE

- Les surfaces en CIVE sont amenées à augmenter compte tenu du contexte de transition énergétique et de soutiens aux alternatives aux énergies fossiles.
- Du fait de leur période de culture et l'objectif de rendement en biomasse qui les caractérisent, les CIVE ne correspondent ni totalement à une culture principale ni totalement à une culture intermédiaire. Elles sont récoltées immatures, à des stades différents par rapport à une conduite en culture principale. Par conséquent, l'usage des références déjà disponibles, pour les mêmes espèces récoltées à maturité, nécessite une évaluation de leur pertinence et, le cas échéant, de nouvelles références correspondantes aux stades de récolte doivent être proposées.
- En particulier, concernant la fertilisation, l'introduction de CIVE dans la rotation implique une évaluation globale de l'impact de l'exportation de la biomasse et des éventuels apports minéraux ou organiques supplémentaires sur l'équilibre fertilisation – exportation de la rotation.
- L'évolution de la performance économique du système de production grâce à l'introduction de la CIVE doit aussi être évaluée. Elle varie avec le rendement et le prix de la CIVE. En particulier, on peut déterminer un Chiffre d'Affaires seuil à réaliser avec la CIVE à partir duquel la marge nette complète de l'exploitation est améliorée par rapport à la situation témoin (sans CIVE).

Objectifs :

- Proposer des premières références pour compléter la méthode de raisonnement de la fertilisation PK pour les CIVE
- En prenant en compte la fertilisation PK, établir un seuil de rentabilité en fonction des hypothèses de rendement et de prix de vente de la CIVE

- Fermes types : Compétitivité Centre, Risle (Vallée de l'Adour), Limons Picards, Plateaux de Bourgogne
- 4 scénarios témoins + 20 scénarios avec rotations CIVE au total
- 4 hypothèses de teneurs du sol (< Trenforcé, entre Timpassé et Trenforcé, 2 x Trenforcé, 3 x Trenforcé) 5 hypothèses de rendement des CIVES
- 3 hypothèses de prix des CIVES
- = 56 combinaisons (fermes x scénarios) x 15 situations (prix x rdt) = 840 simulations

MÉTHODE

Raisonnement de la fertilisation des CIVE à l'échelle de la rotation

- Satisfaire les besoins en azote avec le digestat
- Comblent les besoins en PK avec des engrais binaires, en comparaison au bilan F-E du scénario

1. Raisonnement de la fertilisation azotée avec un digestat

Hypothèse de départ : Dès lors qu'un agriculteur produit des CIVE, il récupère du digestat (auprès du méthaniseur) qu'il épand, avec pour objectif de satisfaire entièrement les besoins azotés de la CIVE.

>> **azote** : nous avons d'abord satisfait entièrement les besoins azotés de la CIVE. Nous ne devons donc ni supprimer ni ajouter des apports azotés (méthode du bilan, respect du PAN6 avec <170 kg d'apport organique/ha de SAU et <70 U Neff/ha en apport d'automne).

Quelle composition du digestat de CIVE en NPK ?

>> Composition NPK d'un digestat brut d'origine agricole (0.5-0.19-0.3)

Quelle date d'apport pour quelle efficacité (volatilisation ammoniacale) ?

>> Coefficient d'efficacité varie avec le type de culture et la période d'épandage → hypothèses propres à chaque scénario

Quelle quantité de digestat apporter ?

>> L'objectif est que la quantité de digestat apportée au SP corresponde à la quantité de digestat qui permette de satisfaire entièrement les besoins azotés de la CIVE (même si le digestat n'est pas apporté directement sur la CIVE).

2. Raisonnement de la fertilisation PK

Le digestat remplace-t-il un autre apport ?

>> **Phosphore** et **potassium**, le digestat permet un apport non négligeable. La question est de savoir si cet apport compense partiellement ou totalement, ou fait plus que compenser les exports de phosphore et de potassium en lien avec les exports de CIVE.

Facteurs pris en compte : nature du sol, export ou non des résidus de culture, composition des pailles de la CIVE exportée, exigence des cultures, date du dernier apport P et K,

>>> Nous avons réalisé un Bilan F-E sur l'intégralité des simulations pour évaluer s'il fallait ajouter un apport complémentaire de P et/ou de K par rapport au scénario témoin.

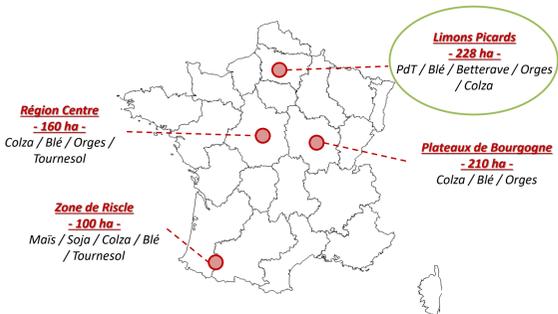
Quelles teneurs des exportations ?

NomCult	ExigP	ExigK	RdtMoy	UnitRdt	TenPCult	TenKCult
Avoine CIVE	1	1	11.2	tMS/ha	6.36	56.06
Triticale CIVE	1	1	10.8	tMS/ha	12.62	75.36
Seigle CIVE	1	1	10.00	tMS/ha	13.00	18.00

Paramétrage de la méthode COMIFER PK pour les CIVE

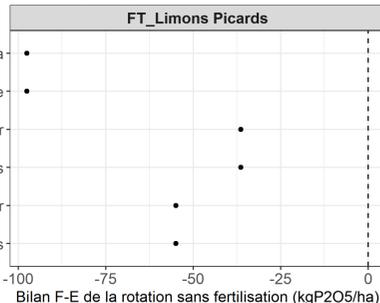
- Solution A** : Moyenne des teneurs des exportations en P et K des CIVE récoltés sur des parcelles expérimentales. >> contrôler la variabilité avec les essais
- Solution B** : les courbes de dilution, associée aux valeurs d'INN, établie pour les cultures fourragères
- >> espèces, dates et stades de récolte compatibles

BILAN FERTILISATION-EXPORTATION : QUEL BON COMPROMIS POUR ATTEINDRE L'ÉQUILIBRE ?



Comparaison des scénarios

Différence par rapport au témoin

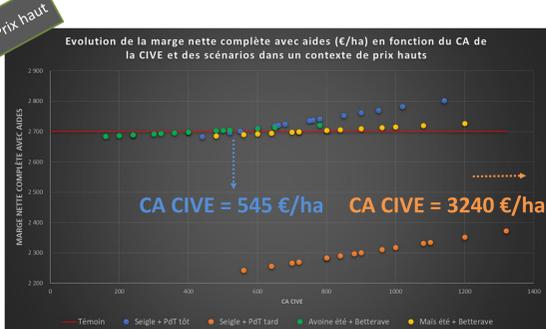
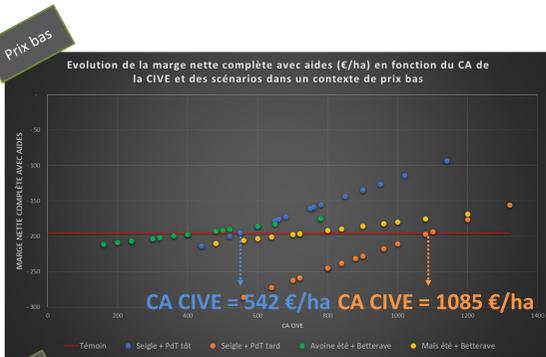


>> Bilan en phosphore et potassium à l'échelle de la rotation a été réalisé pour une teneur du sol à "1.1 * T impasse" (valeur intermédiaire)

>> Compenser avec des apports binaires et minéraux le déficit du bilan F-E à l'échelle de la rotation, soit sur la CIVE, soit sur une autre culture de la rotation

>> Les apports pour compenser le déséquilibre dans le bilan F-E suite à l'introduction des CIVE vont de 0 à 100 kgP2O5/ha en fonction des scénarios

BILAN TECHNIQUE-ÉCONOMIQUE : QUELLE RENTABILITÉ DE LA FERTILISATION DES CIVE ?



>> Prix et rendement de la CIVE font varier la différence de marge nette complète entre témoin et scénario.

>> Existence d'un CA seuil avec la CIVE à partir duquel le scénario CIVE a une meilleure marge nette que le témoin.

>> CA seuil avec la CIVE varie **suivant les scénarios**. On voit notamment qu'il vaut mieux viser un rendement CIVE moindre sans impacter la culture suivante (bleu vs orange).

>> CA seuil avec la CIVE **varie suivant le contexte de prix**, presque uniquement dans les scénarios où la CIVE entraîne un changement d'assolement et/ou perte ou gain de rendement.

Le contexte de prix des cultures hors CIVE impacte beaucoup plus la marge nette complète de l'exploitation que le prix et le rendement de la CIVE.
 Enjeu prix CIVE : < 220 €/ha
 Enjeu rendement CIVE : < 400 €/ha
 Enjeu prix autres cultures : < 2900 €/ha

Pour des hypothèses de scénario de prix moyens, de prix de CIVE à 100 €/t MS et de rendements CIVE médians.

Catégorie	Indicateurs	Evolution	Explications – 20 scénarios CIVE sur 4 régions
Economiques	Semences	[-3% ; +25%]	Le plus souvent en hausse car passage à 3 cultures en 2 ans. Baisse si modification d'assolement avec augmentation/introduction d'une culture à charges opérationnelles plus faibles. Hausse car passage à 3 cultures en 2 ans. Coût ETA pour ensilage de la CIVE (150 €/ha + 20 €/ha/remorques supplémentaires) et épandage digestat (5 €/t MB digestat) non négligeables. Le plus souvent en baisse car le CA seuil pour la CIVE n'est atteint que pour un prix et/ou un rendement CIVE supérieur aux valeurs médianes. -146% : scénario avec prairie où la surface cultivée = SAU (car prairie est une culture dédiée)
	Engrais	[-14% ; +12%]	
	Phytos	[-13% ; +12%]	
	Charges opé	[-10% ; +11%]	
	Charges méca	[+5% ; +23%] 1 scénario : +46%	
Techniques	CP/1000 MJ	[-18% ; +3%]	Le plus souvent en baisse car production d'énergie supplémentaire produite par la CIVE > surcoût en termes de charges.
	h/ha hors ETA	[-4% ; +9%] 1 scénario : +19%	Peu d'impact sur la quantité de travail par an par exploitation. +19% : 60 ha de CIVE pour 100 ha de SAU.
Environnementaux	IFT/ha	[-17% ; +9%] 1 scénario : +16%	Hausse car passage à 3 cultures en 2 ans. Possiblement compensée par un changement d'assolement avec une culture avec un IFT moindre. +16% : 60 ha de CIVE pour 100 ha de SAU.
	Efficacité énergétique	[-2% ; +20%] 1 scénario : +30%	Hausse de l'énergie consommée < Hausse de l'énergie produite
	EGES/ha	[-7% ; +13%] 1 scénario : +23%	Hausse car passage à 3 cultures en 2 ans. +23% : 60 ha de CIVE pour 100 ha de SAU.
	EGES/MJ	[-18% ; +3%]	Hausse des EGES < Hausse de l'énergie produite.

DISCUSSIONS

>> Modification de la rotation: difficile de faire le bilan au même stade de la rotation entre le témoin et les scénarios avec CIVE, ce qui peut entraîner un biais dans l'analyse du bilan P et K.

>> Les déficits en potassium sont parfois plus difficiles à appréhender et n'ont pas toujours été comblés parfaitement.

>> L'efficacité du digestat en phosphore et potassium est supposé égale à 1 mais en réalité, le calcul de ce coefficient peut être plus complexe.

>> La quantité de digestat apportée ne tient pas compte de la quantité de digestat que le SP permet de produire, ni d'autres critères (portance des sols).

PERSPECTIVES

- Collecter d'autres références pour rendre plus robustes les teneurs des exportations proposées en fonction du stade et du rendement
- Vérifier avec des courbes de dilution la cohérence des teneurs d'exportation proposées
- Évaluer d'autres simulations du bilan avec des teneurs du sol variant de "T renforcée" à "3 * T impasse"
- Évaluer la sensibilité des résultats obtenus au prix du digestat
- Évaluer l'adéquation entre la main d'œuvre, le parc matériel et les nouvelles pointes de travail (ensilage de la CIVE + semis de la culture suivante / récolte du précédent + semis de la CIVE)