

PAMPA

Promouvoir Agroécologie & Méthanisation Par les Associations culturales



Intérêts des associations de Cultures Intermédiaires valorisées pour la méthanisation



Contexte

- Impasses agronomiques et augmentation des coûts de production → **optimisation des systèmes** de cultures
- Récolter **3 cultures en 2 ans** en valorisant les cultures intermédiaires → Meilleure **valeur ajoutée** à l'hectare et **diversification des cultures** au sein de l'exploitation
- **Services écosystémiques conservés** → Couverture du sol, piège à nitrates
- CIVE permet de **valoriser ces intercultures** en méthanisation → Nécessite des ITK optimisés

Pilote: Chambre régionale d'agriculture Nouvelle-Aquitaine

Durée: juin 2020 à mai 2023



Objectifs

- **Définir les associations** permettant de **gagner en performance et résilience** grâce à une économie d'intrants et la **valorisation de la biomasse**
- Évaluer les **bénéfices économiques et environnementaux** de la valorisation énergétique
- Connaître **l'impact des associations culturales d'hiver** sur la culture suivante vis-à-vis de la gestion des bioagresseurs, de la conduite de la fertilisation et de la disponibilité en eau
- **Transférer les résultats** auprès des méthaniseurs et éleveurs



Expérimentations

- **47 essais** en parcelle ou station expérimentale en Nouvelle-Aquitaine et Centre-Val de Loire
- **3 modalités de fertilisation azotée**
- **5 modalités de composition de la CIVE**



Partenaires

Chambres départementales d'agriculture : 16, 17, 19, 23, 37, 40, 45, 47, 64, 79, 86, 87



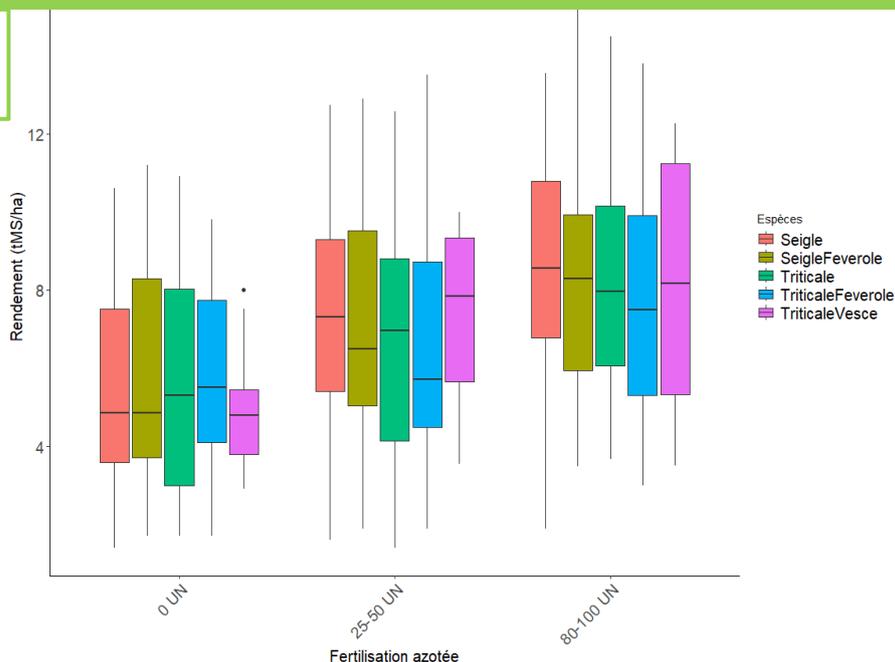
**CHAMBRE
D'AGRICULTURE**



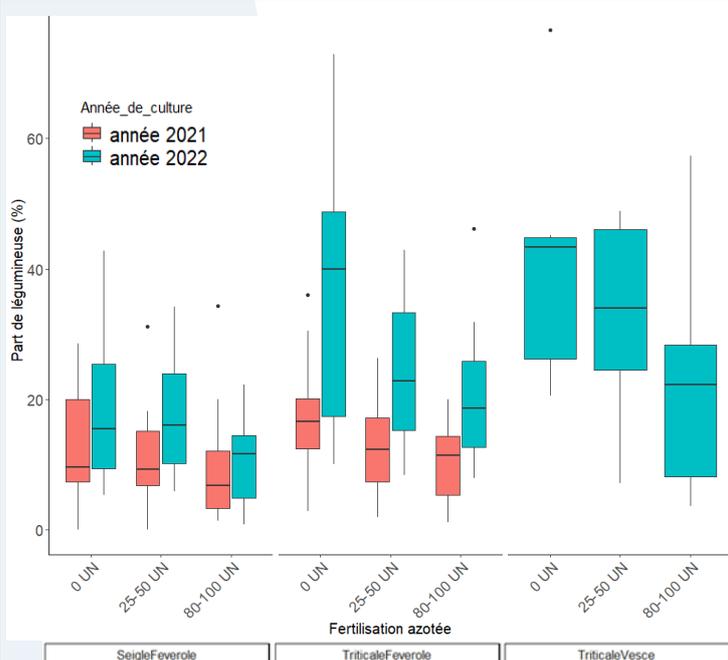


Comment évoluent les rendements ?

- Rendements **supérieurs en 2022**, comparés à 2021 (Vesce → Uniquement en 2022)
- En **absence de fertilisation** → **rendements équivalents ou supérieurs** avec légumineuses comparés à une culture pure
- **Avec fertilisation** → **rendements plus faibles** avec légumineuses comparés à une culture pure
- **Fertilisation** → **augmente les rendements** quelle que soit la composition du mélange



Quels sont les facteurs influençant la part de légumineuse à la récolte ?



- Avec **triticale** → meilleur développement de la légumineuse
- **Vesce** → **part de légumineuse** à la récolte plus importante que la féverole
- **2022** → **densité de semis de féverole doublée** → **+5 points** pour le pourcentage de légumineuse à la récolte en seigle-féverole & **+5 à +20 points** en triticale-féverole
- Entre 2021 & 2022 → **rendements** en triticale **similaires** mais **proportion de légumineuses** bien plus **importante** en 2022 à cause de la mauvaise levée du triticale
- **Contexte pédoclimatique** → légumineuses peu adaptées aux **sols hydromorphes**



Comment l'intégration de légumineuses impacte l'azote présent dans le digestat ?

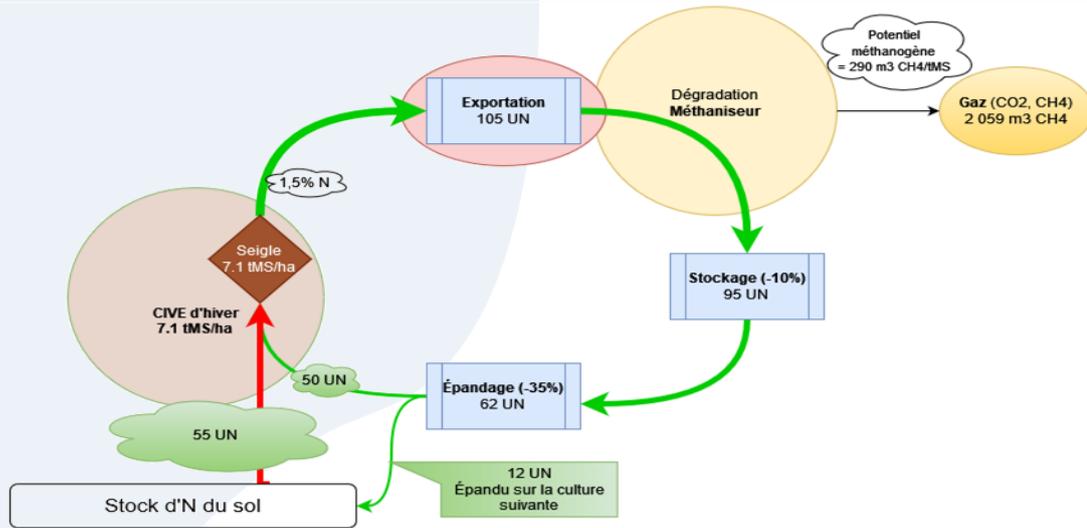


Schéma simplifié de la dynamique de l'azote avec retour de digestat pour une CIVE en seigle pure (50 UN)

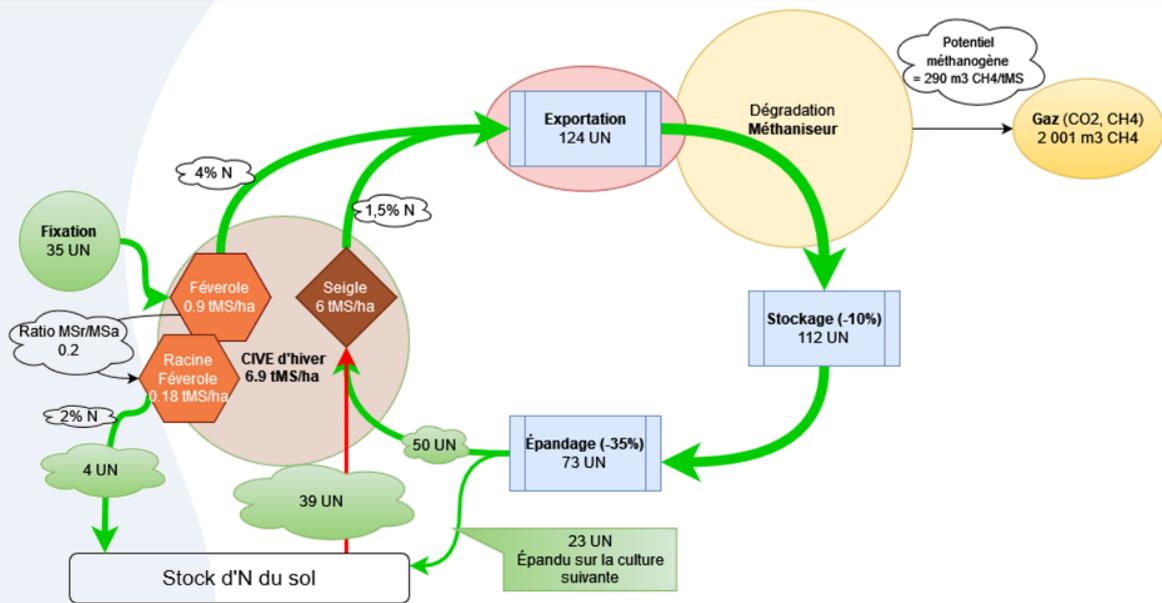


Schéma simplifié de la dynamique de l'azote avec retour de digestat pour une CIVE en association seigle-féverole (50 UN)

Comparaison dynamique de l'azote en culture pure céréale & culture associée (valeurs en kg N/ha)

	Association	Pure céréale	Gain/économie d'azote avec légumineuse
Prélèvement dans le sol	39	55	16
Apport légumineuse (racines)	4	0	4
Surplus épandu sur la culture suivante	23	12	11
			TOTAL → 31 UN

Hypothèses :

- 1) Rendements et teneurs moyens observés dans les essais PAMPA.
- 2) **Simplification** : 100 % de l'azote exporté par les légumineuses est issu de la fixation (90 % des besoins en azote de la légumineuse issus de la fixation de l'azote atmosphérique + 10 % de l'azote de la céréale provient de transferts directs de la légumineuse à la céréale ; ces valeurs n'évoluent pas avec la quantité d'azote disponible dans le sol) (Louarn, et al., 2010; Schneider & Biarnès, 2021).
- 3) Après exportation, 10 % de pertes liées au stockage puis 35 % de pertes liées à l'épandage (COMIFER).
- 4) Sur une parcelle donnée, l'azote utilisé par la CIVE provient du digestat produit à partir de la CIVE précédente.
- 5) Pour la féverole, la biomasse racinaire est égale à 20 % de la biomasse aérienne et cette biomasse racinaire a une teneur en azote de 2 % (<https://methode-merci.fr/>).
- 6) Les schémas ne prennent pas en compte les pertes liées à la lixiviation hivernale de l'azote.
- 7) Pas de différence de potentiel méthanogène entre la féverole et le seigle.

Comment l'introduction de légumineuses impacte la culture suivante ?

Adventices

- Absence de fertilisation → plus d'adventices en céréale pure qu'en culture associée avec des légumineuses
- Avec fertilisation → Pas de tendance observée

Reliquats azotés

Fortes variabilités des résultats qui ne nous permettent pas de dégager de tendance :

- Triticale plus de reliquats en pure qu'en culture associée
- Seigle moins de reliquats en culture pure qu'en culture associée

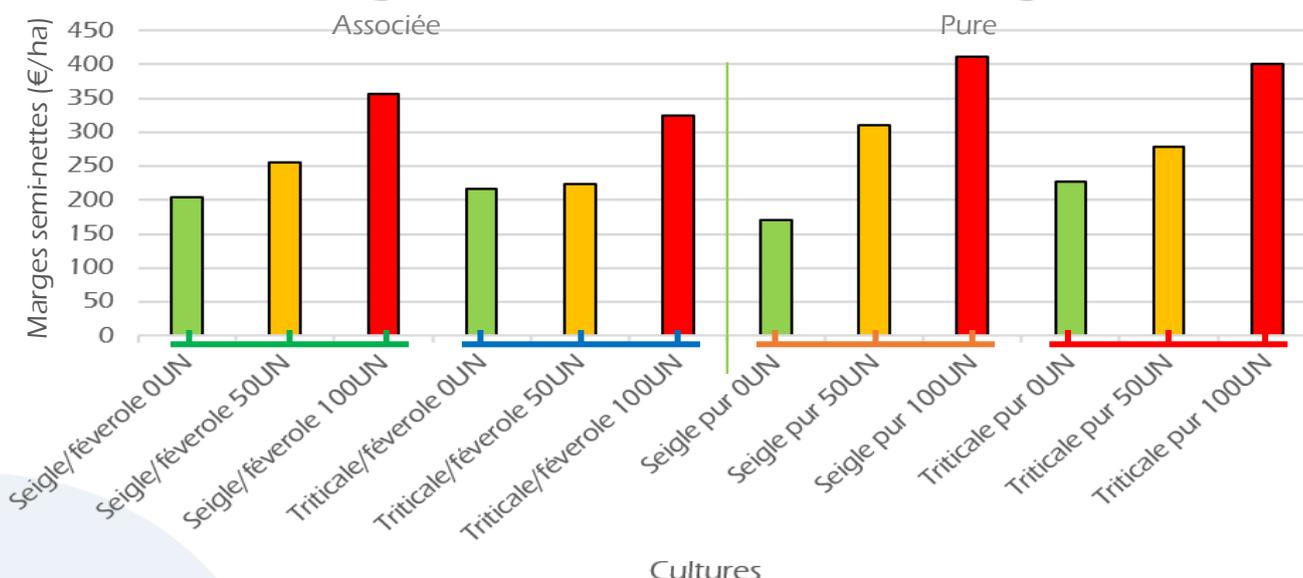
Humidité du sol

-1 point d'humidité en présence de légumineuses (observé seulement à Lusignan, mais pas sur l'ensemble des essais)
→ Tendance à sécher davantage le sol



Quelle est la rentabilité des différentes CIVE ?

Marges semi-nettes AVEC retour de digestat



- En condition de fertilisation → marges semi-nettes plus importantes en culture pure qu'en culture associée

→ Charges de semences plus importantes en culture associée

- Seigle associé ou non → marges semi-nettes plus importantes que le triticale

- Meilleurs rendements (sauf en absence de fertilisation)

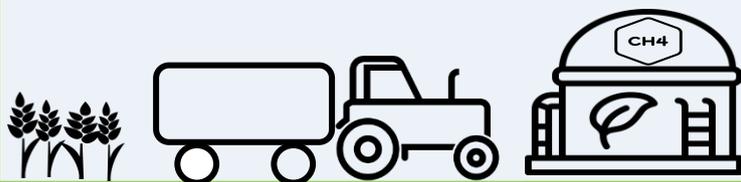
- *Marge semi-nette (€/ha) = (Rendement (tMS/ha) x Prix de vente (€/tMS)) - (Charges semences + Charges de mécanisation (€/ha))

→ ne prend pas en compte le gain économique lié au retour de digestat

Prix des charges et prix de vente utilisés pour calculer la rentabilité de la CIVE

Prix de vente de la CIVE	110 €/tMs	
Prix de l'unité d'azote (UN)	1,05 €/UN	
Charges semences fermière	Seigle	42 €/ha
	Triticale	30 €/ha
	Féverole	33 €/ha
Charges de mécanisation (hors main d'œuvre)	Récolte et transport	300 €/ha
	Déchaumage	25 €/ha
	Semis	45 €/ha
	Fertilisation	6,5 €/ha

Sources : TarifMAT 2022 / Coûts des opérations culturales 2022 - Chambre d'Agriculture France - SYSTERRE®





Densités de semis utilisées dans le cadre du projet PAMPA

	Période de semis		
	25/08 au 15/09	15/09 au 15/10	15/10 au 15/11
Seigle VITALLO (PMG = 32)	250 grains/m ² 80 kg/ha	280 grains/m ² 90 kg/ha	300-350 grains/m ² 96 - 112 kg/ha
Seigle VITALLO + Féverole DIVA	200 + 20 grains/m ² 66 + 96 kg/ha	225 + 20 grains/m ² 72 + 96 kg/ha	240-280 + 20 grains/m ² 83 + 96 kg/ha
Triticale BIKINI (PMG = 35)	280 grains/m ² 98 kg/ha	300 grains/m ² 105 kg/ha	320-350 grains/m ² 112-123 kg/ha
Triticale BIKINI + Féverole DIVA (PMG = 480)	220 + 20 grains/m ² 77 + 96 kg/ha	240 + 20 grains/m ² 84 + 96 kg/ha	245-280 + 20 grains/m ² 86-98 + 96 kg/ha
Triticale BIKINI + Vesce velue NICKEL (PMG = 44)	220 + 30 grains/m ² 77 + 13 kg/ha	240 + 30 grains/m ² 84 + 13 kg/ha	245-280 + 30 grains/m ² 86-98 + 13 kg/ha

Densité de semis

- Densités de semis (céréales & légumineuses) → à **adapter** en fonction du **contexte pédoclimatique** & des **semences** utilisées
- Densité de semis de **féverole** → à **ajuster en fonction de la fertilisation**, des caractéristiques pédoclimatiques de la parcelle & des objectifs recherchés
 - Féverole → 10 à 20 grains/m²



Date de semis

- **Rendements moyens observés :**
 - Semis précoce → augmente le rendement
 - Entre le **16 & le 30 septembre** → 8 t MS/ha
 - Semis tardif (16 au 30 novembre) → 4,9 t MS/ha
- **Culture de céréale pure** → retard de semis pénalise davantage le rendement par rapport à une **culture associée**
- Semis précoce → **Attention au gel** sur le stade début élongation de la féverole
- Semis tardif → Favorise le **développement de la légumineuse**

Date de récolte

- Plus le **cycle est long** → Plus le **rendement est important**
 - **Équilibre** à trouver pour ne pas trop pénaliser la culture suivante !
- Rappel : stade optimal pour les céréales → **Début floraison**
- Récoltes très précoces (**mi-avril**) → **Faible proportion de légumineuse**
- Récoltes très tardives (**fin mai**) → les **légumineuses** permettent de **conserver un %MS** pas trop élevé

Fertilisation & composition du couvert

- Dépend de la quantité de fertilisant à disposition et des **objectifs recherchés avec la CIVE**
 - Avec fertilisation → Meilleur rendement (peu de gain au-delà de 80-100 UN)
 - Sans fertilisation → Meilleur développement des légumineuses
- **Réduire la fertilisation** pour favoriser la légumineuse
- Avec légumineuse → le **retour de digestat** sur la CIVE peut suffire pour obtenir des rendements corrects (Cf. schéma page 3)
- Éviter les **légumineuses** dans les **sols hydromorphes**





Cultures associées



- En absence de fertilisation → Rendement supérieur en présence de féverole
- Moins d'adventices en absence de fertilisation
- Digestat plus riche en azote
- Diminue les besoins en fertilisation azotée de la CIVE
- Diversification → Sécurisation du rendement
- Étaler les récoltes
- Optimiser le %MS sur des récoltes tardives, lorsque le %MS des céréales est élevé

- En présence de fertilisation → Rendement inférieur aux cultures pures
- Charges de semence plus élevées
- %MS plus faible → Préfanage ou récolte retardée
- Augmente potentiellement la charge de travail (mélange semences, andainage, ensilage, plus de transport)
- Risque de gel de la légumineuse à un stade avancé → semer tardivement ce qui limite le rendement

Avantages & inconvénients pour chacune des espèces en cas de culture associée

Seigle (VITALLO)

- Rendements supérieurs observés dans PAMPA
- Très couvrant

- Sensible à la verse
- Limite le développement de la légumineuse

Triticale (BIKINI)

- Meilleur développement de la légumineuse
- Résistant à la verse

- Plus sensible aux maladies que le seigle

Féverole (DIVA)

- Résistant à la verse (tuteur)
- Structure le sol (racine pivot)

- Sensible aux maladies

Vesce velue (NICKEL)

- Fort développement (ne se laisse pas étouffer par la céréale)

- Augmente les risques de verse



Perspectives/Suite de PAMPA

Reste à étudier

- Tester d'autres espèces/densités/techniques de semis
- Évolution des stocks de matière organique/phosphore/potassium
- Fertilisation : phosphore, potassium (et autres..)
- Gestion de la ressource en eau
- Émission de protoxyde d'azote
- Intérêts pour la gestion des bioagresseurs (piétin échaudage...)
- Potentiel méthanogène des légumineuses

Évolution du contexte

- Directive nitrate → Limites différentes selon les régions
- Nouvelle réglementation RED II
- Prix de la fertilisation

