

# Intérêts des associations céréales/légumineuses pour produire des CIVE d'hiver



**Mémoire de fin d'études**

23/09/2021

**Alexis Moreau**

Maitre de stage : Nicolas Ferrand



## I. CONTEXTE

# Des CIVE en plein développement



- Fort développement de la méthanisation
  - 700 unités en 2019 → Objectif de 1000 en 2023 (ADEME, 2019)
- Recours de plus en plus fréquent aux CIVE
  - Mobilisée par 80 % des unités de méthanisation (Marsac et al., 2019)
  - 2 types : CIVE d'été et d'hiver

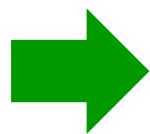
| Juin            | Juil                      | Août | Sept | Oct | Nov          | Dec | Jan | Fev | Mars                                    | Avr | Mai | Juin | Juil |
|-----------------|---------------------------|------|------|-----|--------------|-----|-----|-----|---|-----|-----|------|------|
| Culture d'hiver | Sol nu ou couvert végétal |      |      |     | CIVE d'hiver |     |     |     | Culture de printemps (maïs, sorgho,...) |     |     |      |      |

## I. CONTEXTE

# Des limites à la production des CIVE



- Un majorité de céréales pures (Bes de Berc, 2020)
- Des critères de réussite (ADEME, 2019)
  - Rendement minimum de 4 à 5 tMS/ha
  - Taux de MS compris entre 28 et 35 %
- Divers problèmes à moyen terme
  - Irrégularité des rendements
  - Sensibilité aux bioagresseurs
  - Coût de la fertilisation azotée
  - Pénalisation de la culture suivante



**Associations céréales/légumineuses, un levier potentiel ?**

## I. CONTEXTE

# Le projet PAMPA (2020-2023)



- Répondre à un manque de connaissances
- 25 partenaires dans le Centre-Ouest de la France



### Un double objectif

- Intérêts d'implanter des associations céréales/légumineuses

- Espèces et itinéraires techniques adaptés à ces associations



Etude des associations seigle/féverole et triticale/féverole

## II. PROBLEMATIQUE

# Une mission à but exploratoire



**Comment l'association céréale/féverole impacte les performances et la conduite technique des CIVE d'hiver par rapport à une céréale pure ?**

### Productivité

**H1** : Rendements similaires aux céréales pures fertilisées avec une fertilisation réduite

### Adventices

**H3** : Diminution de la biomasse d'adventices à la récolte

### Economique

**H5** : Coûts de production et marges semi-nettes équivalents aux céréales pures

### Humidité

**H2** : Diminution du taux de MS et allongement de la durée du préfanage

### Etat du sol

**H4** : Humidité du sol et reliquats azotés à la récolte équivalents aux céréales pures

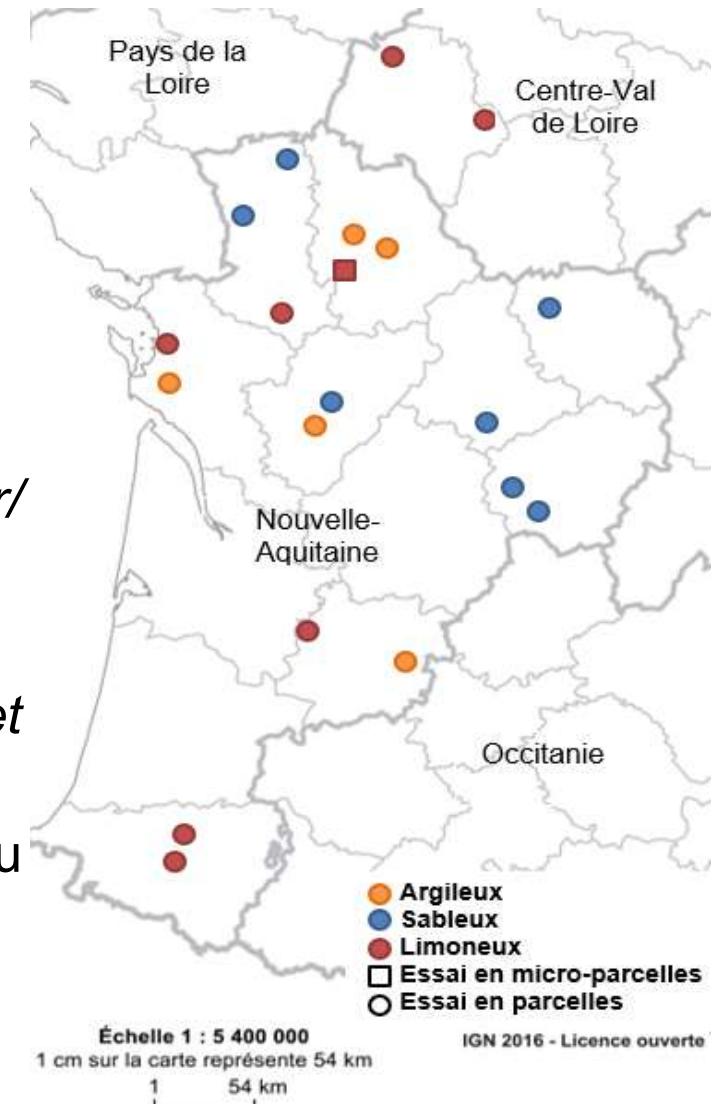


### III. MATERIELS & METHODES

## Un réseau d'essai à l'échelle régionale



- Réseau de 20 essais
  - 19 parcelles et 1 micro-parcelles
  - Contextes pédoclimatiques variés
- Un dispositif expérimental semblable
  - 4 CIVE d'hiver  
*Seigle fourrager, Seigle fourrager/Féverole, Triticale, Triticale/Féverole*
  - 3 niveaux de fertilisation  
*Dose X (50 à 160 kg N/ha), Dose X/2 et Dose 0*
  - Semis à l'automne 2020 et récolte au printemps 2021



### III. MATERIELS & METHODES

# Comparer céréales pures et associations

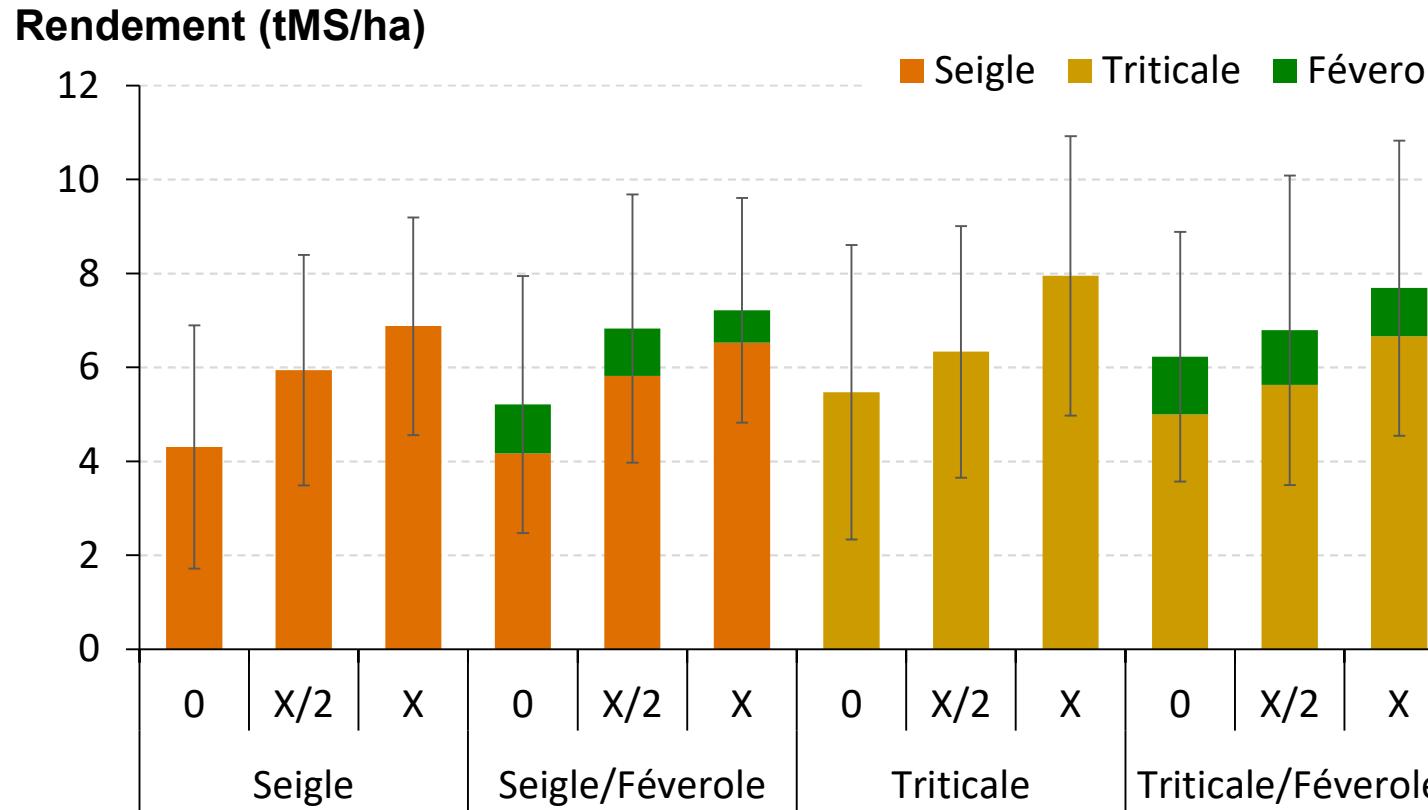


| Hypothèses                | Indicateurs mobilisés   | Traitement des données           |
|---------------------------|---|----------------------------------|
| <b>H1</b><br>Productivité | Rendement (tMS/ha)  | ANOVA / ACP<br>Analyse graphique |
| <b>H2</b><br>Humidité     | Taux de MS (%)  | ANOVA non paramétrique           |
|                           | <i>Vitesse d'augmentation du taux de MS en andains (points de MS/h)</i> | <i>Analyse graphique</i>         |
| <b>H3</b><br>Adventices   | Biomasse d'adventices (tMS/ha)  | <i>Analyse graphique</i>         |
| <b>H4</b><br>Etat du sol  | Reliquats azotés (kg N/ha)<br>Taux d'humidité du sol (%)                | <i>Analyse graphique</i>         |
| <b>H5</b><br>Economique   | Coût de production hors MO (€/tMS)<br>Marge semi-nette hors MO(€/ha)    | ANOVA                            |

**+** 12 agriculteurs enquêtés pour discuter les résultats obtenus

## IV. RESULTATS

# Des rendements équivalents



ANOVA

- Espèces
- p-value = 0,2
- Fertilisation
- p-value =  $8,4 \times 10^{-6}$

- Forte hétérogénéité selon les essais
- Sans fertilisation, rendements supérieurs en association
- Seigle/Féverole X/2 = Seigle X

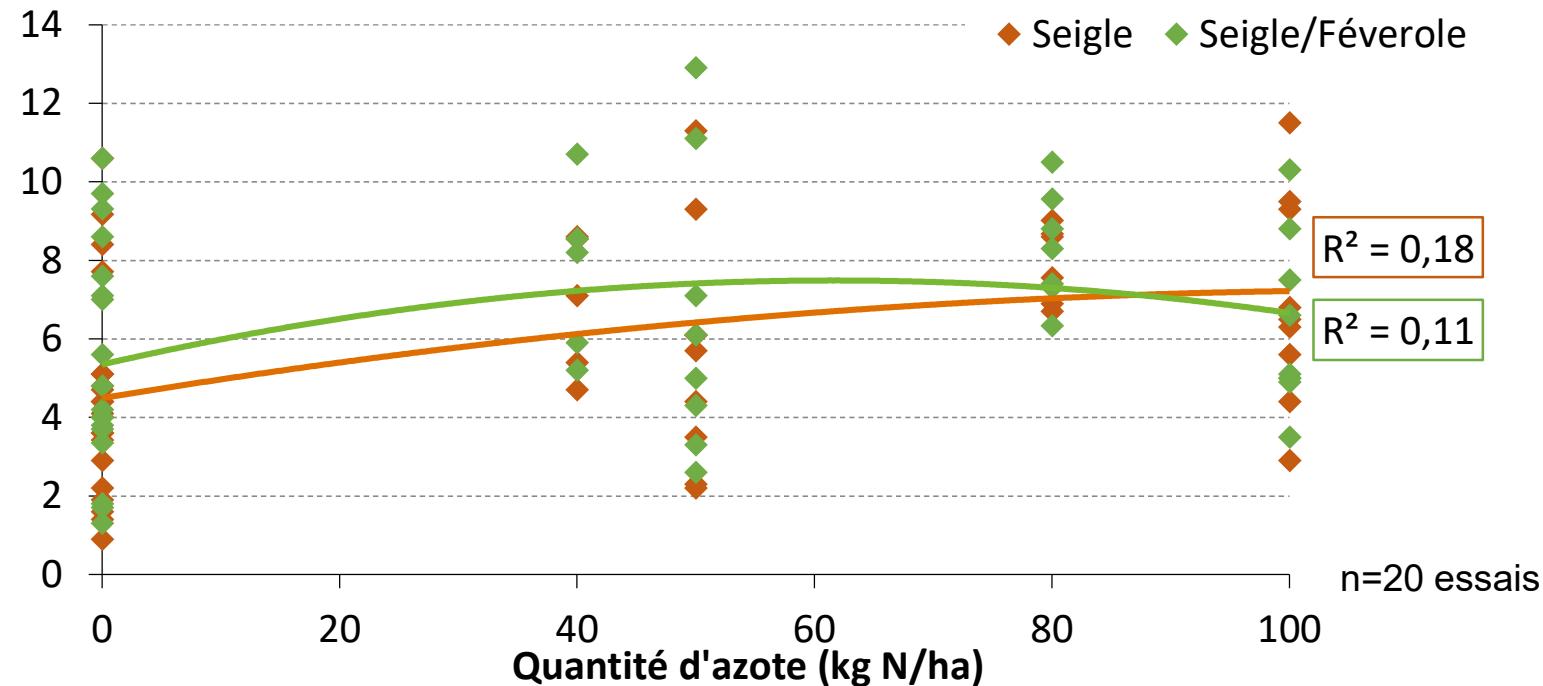
#### IV. RESULTATS

## Une réduction de la fertilisation azotée ?



H1 : Rendements similaires aux céréales pures fertilisées avec une fertilisation réduite

Rendement (tMS/ha)



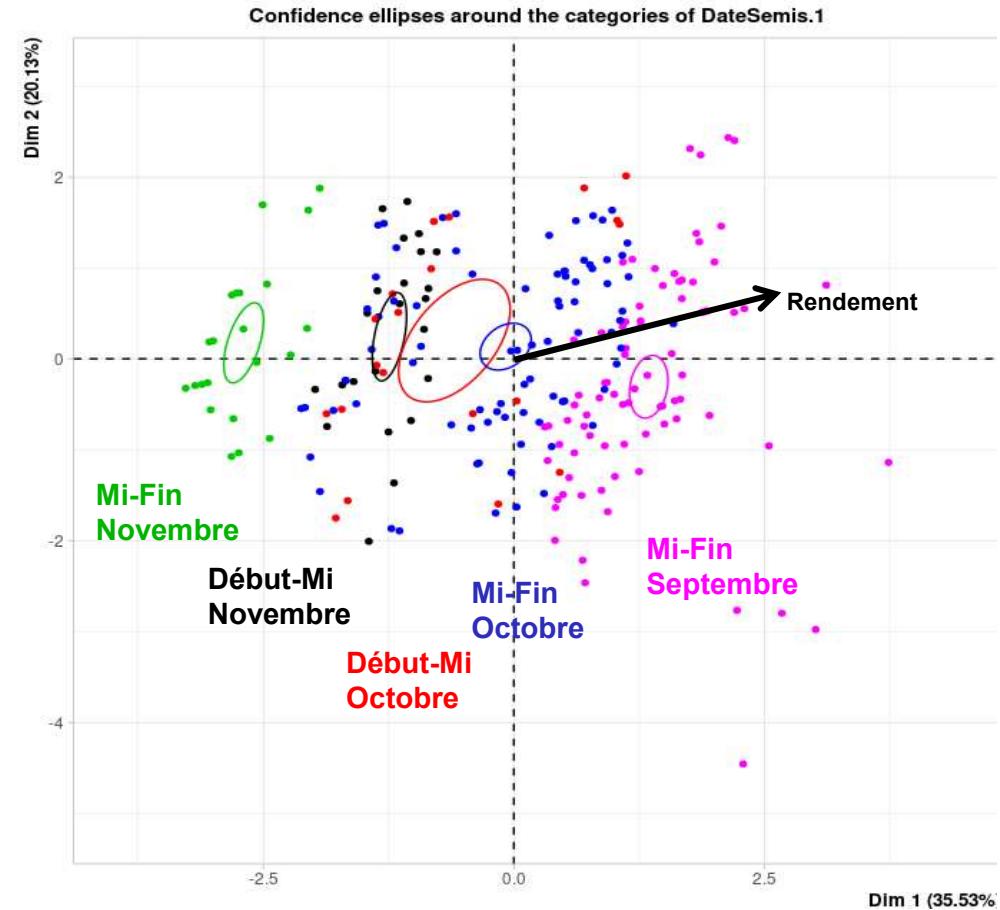
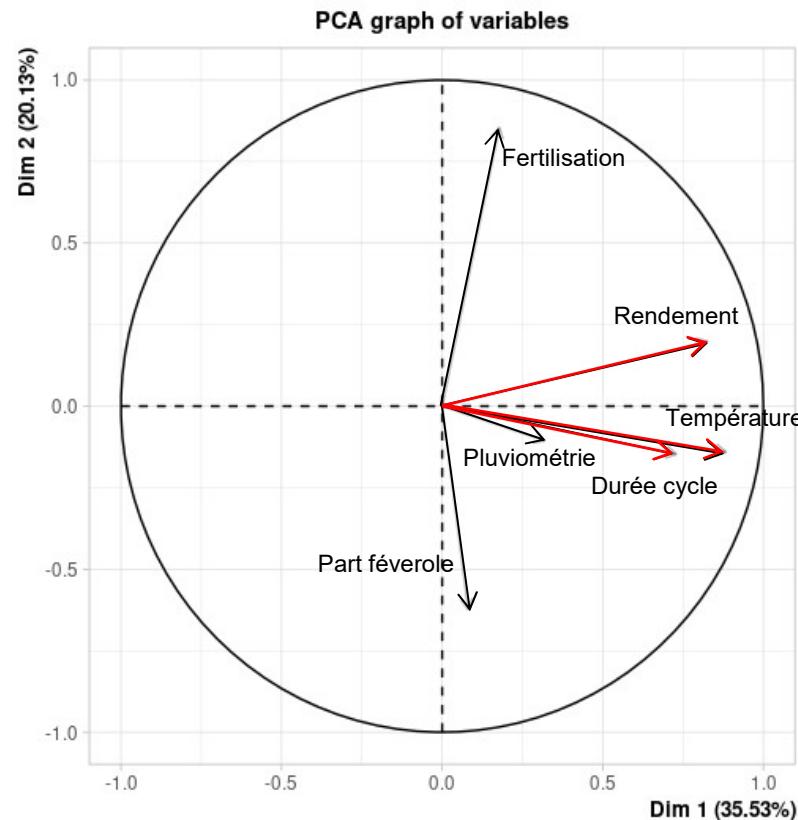
- Seigle/Féverole : Réduction de 40 kg N/ha sans pertes de rendement  $\rightarrow$  H1
- Triticale/Féverole : Tendance à approfondir  $\rightarrow$  H1

## IV. RESULTATS

# Divers facteurs expliquant le rendement

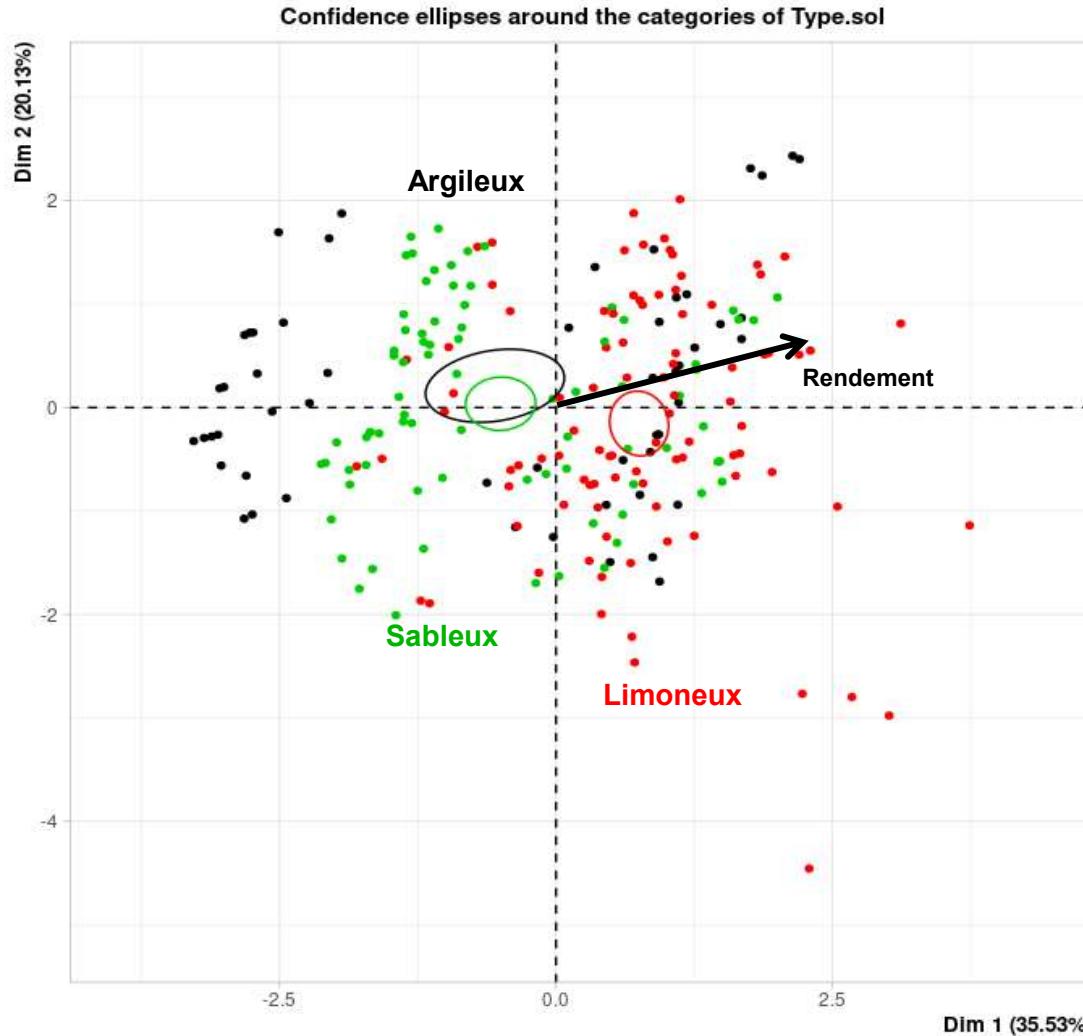


- Privilégier des dates de semis précoces



## IV. RESULTATS

# Divers facteurs expliquant le rendement



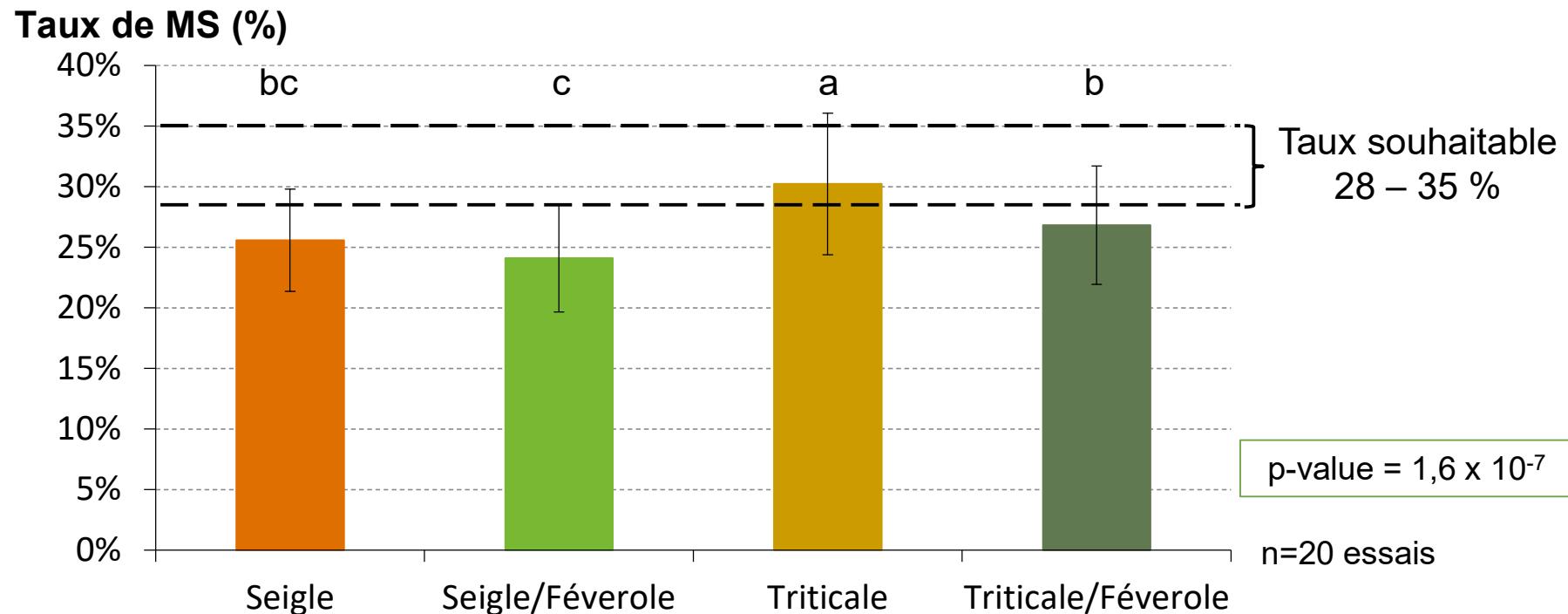
- Des rendements plus élevés sur les sols limoneux

## IV. RESULTATS

# Une réduction du taux de MS



**H2 : Diminution du taux de MS en association**



- Diminution pas toujours significative (seigle/féverole)



H2

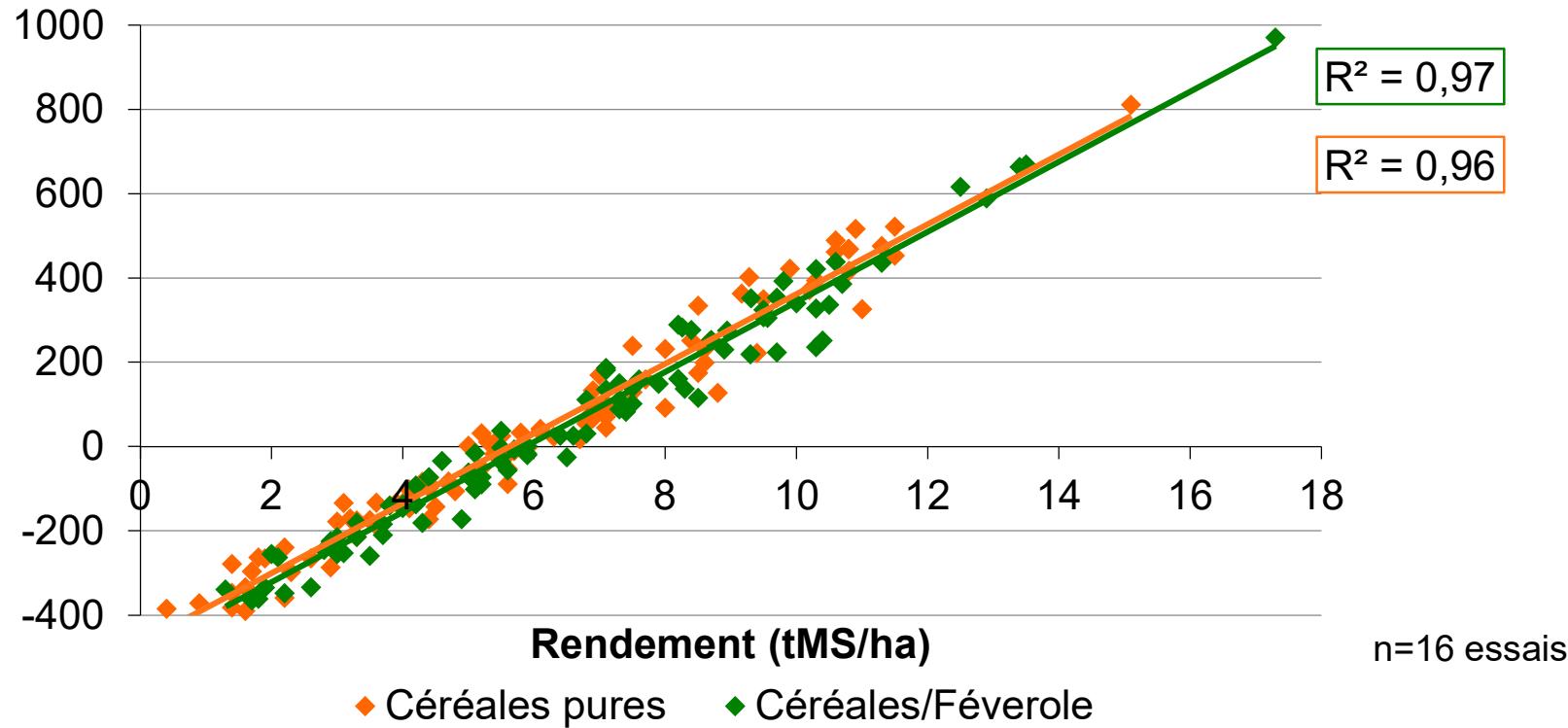


#### IV. RESULTATS

## Un rendement minimal à atteindre



Marge semi-nette (€/ha)



- Céréales pures ou associations : Rendement minimum de 6 tMS/ha pour avoir une MSN positive

#### IV. RESULTATS

## Des indicateurs économiques proches



### H5 : Coûts de production et marges semi-nettes équivalents aux céréales pures

- Pour les rendements supérieurs à 6 tMS/ha :

| CIVE               | Coût de production moyen (€/tMS) | Marge semi-nette moyenne (€/ha) | Rendement moyen (tMS/ha) |
|--------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| Seigle             | 88 <sup>b</sup>                  | 184 <sup>b</sup>                | 8,2                      |
| Seigle/Féverole    | 84 <sup>ab</sup>                 | 231 <sup>ab</sup>               | 8,9                      |
| Triticale          | 76 <sup>a</sup>                  | 323 <sup>a</sup>                | 9,3                      |
| Triticale/Féverole | 78 <sup>ab</sup>                 | 314 <sup>ab</sup>               | 9,5                      |

p-value = 0,04      p-value = 0,02      n=16 essais

- Coûts de production et MSN équivalents voire plus avantageux
- Intérêt limité du seigle pur



## IV. RESULTATS

# Synthèse des résultats



| Hypothèses                | Résultats marquants   | Statut           |
|---------------------------|---|------------------|
| <b>H1</b><br>Productivité | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendements équivalents, voire supérieurs sans fertilisation</li> <li>- Réduction de fertilisation sur seigle/féverole</li> </ul> | ✓ ?              |
| <b>H2</b><br>Humidité     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baisse du taux de MS (pas toujours significative)</li> <li>- Préfanage allongé de quelques heures</li> </ul>                     | ✓                |
| <b>H3</b><br>Adventices   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biomasse d'adventices équivalente</li> </ul>   | ✗                |
| <b>H4</b><br>Etat du sol  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reliquats azotés et humidité du sol équivalents, dégradés ou améliorés</li> <li>- Variabilité selon les essais</li> </ul>        | A<br>approfondir |
| <b>H5</b><br>Economique   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendement minimum de 6 tMS/ha à atteindre</li> <li>- Coûts de production et MSN équivalents voire plus avantageux</li> </ul>     | ✓                |

# Des associations adaptées aux CIVE



|                              | <b>Seigle/Féverole</b><br><i>En comparaison au seigle pur</i> | <b>Triticale/Féverole</b><br><i>En comparaison au triticale pur</i> |
|------------------------------|---|---|
| <b>Rendement</b>             | ==  | ==  |
| <b>Fertilisation</b>         |   | A approfondir   |
| <b>Taux de MS</b>            | ==  | ↓   |
| <b>Adventices</b>            | ==  | ==  |
| <b>Etat du sol</b>           |   | A approfondir   |
| <b>Résultats économiques</b> | == / ↑  | ==  |



## Des résultats cohérents



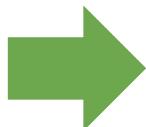
- Cohérence avec les précédents essais et la bibliographie
  - Intérêt des associations à bas niveaux d'intrants (Pelzer et al., 2012)
  - Réduction du taux de MS (CA des Landes, 2019)
  - Résultats économiques équivalents (Marsac et al., 2019)
- Et avec l'enquête auprès d'agriculteurs
  - Des rendements équivalents aux céréales pures
  - Pas de problèmes de gestion des adventices
  - Une durée de préfanage allongée
  - Privilégier les semis précoces



## Mais des résultats à approfondir



- Forte hétérogénéité de rendements
  - Impact de la date de semis
  - Impact de la fertilisation (Marsac et al., 2019)
- Faible biomasse de féverole
  - Adaptation de la densité de semis (Marsac et al., 2019)
- Effet « année » (automne pluvieux, printemps sec)



- Intérêt d'une seconde année d'expérimentations
  - Compléter les résultats
  - Augmenter la densité de semis
  - Identifier l'intérêt d'autres espèces/associations
  - Etudier d'autres effets bénéfiques des associations



# Merci de votre attention



# Bibliographie



ADEME, 2019b. Réaliser une unité de méthanisation à la ferme. [en ligne]. Disponible sur : <https://bretagne.ademe.fr/sites/default/files/realiser-unite-methanisation-ferme.pdf>. Consulté le 08/03/2021

Bes de Berc, L., 2020. Cultures Intermédiaires à Vocation Energétique : la biomasse au service de l'Environnement et de l'Agriculture. *Agronomie, Environnement & Sociétés*, 10.

Chambre d'Agriculture des Landes, 2019. Essais couverts végétaux. In : Résultats des expérimentations Grandes cultures 2019. [en ligne]. Disponible sur : [https://landes.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/National/FAL\\_commun/Aquitaine/40\\_experimentations2019\\_essais\\_couverts\\_vegetaux.pdf](https://landes.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/Aquitaine/40_experimentations2019_essais_couverts_vegetaux.pdf). Consulté le 16/03/2021.

Marsac S., Heredia M., Bazet M., Delaye N., Trochard R., Lagrange H., Quod C., Sanner E-A., 2019. Optimisation de la mobilisation de CIVE pour la méthanisation dans les systèmes d'exploitation. Rapport. 73p.

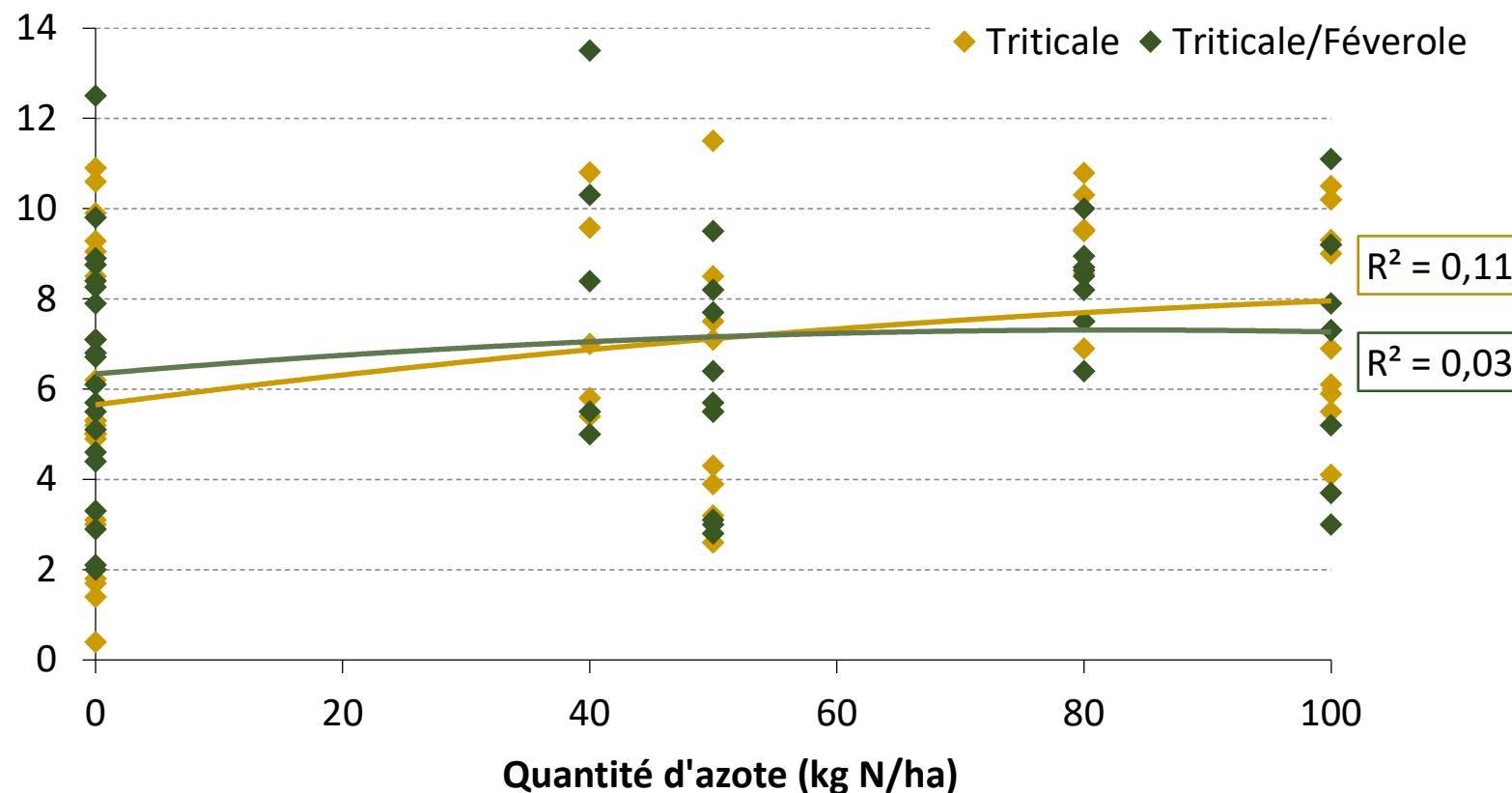
Pelzer E., Bazot M., Makowski D., Corre-Hellou G., Naudin C., Al Rifaï M., Baranger E., Bedoussac L., Biarnès V., Boucheny P., Carrouée B., Dorvillez D., Foissy D., Gaillard B., Guichard L., Mansard M-C., Omon B., Prieur L., Yvergniaux M., Justes E., Jeuffroy M-H., 2012. Pea-wheat intercrops in low-input conditions combine high economic performances and low environmental impacts. *European Journal of Agronomy*, 40, 39-53.

# Une réduction de la fertilisation azotée ?



H1 : Rendements similaires aux céréales pures fertilisées avec une fertilisation réduite

Rendement (tMS/ha)



# Divers facteurs expliquant le rendement

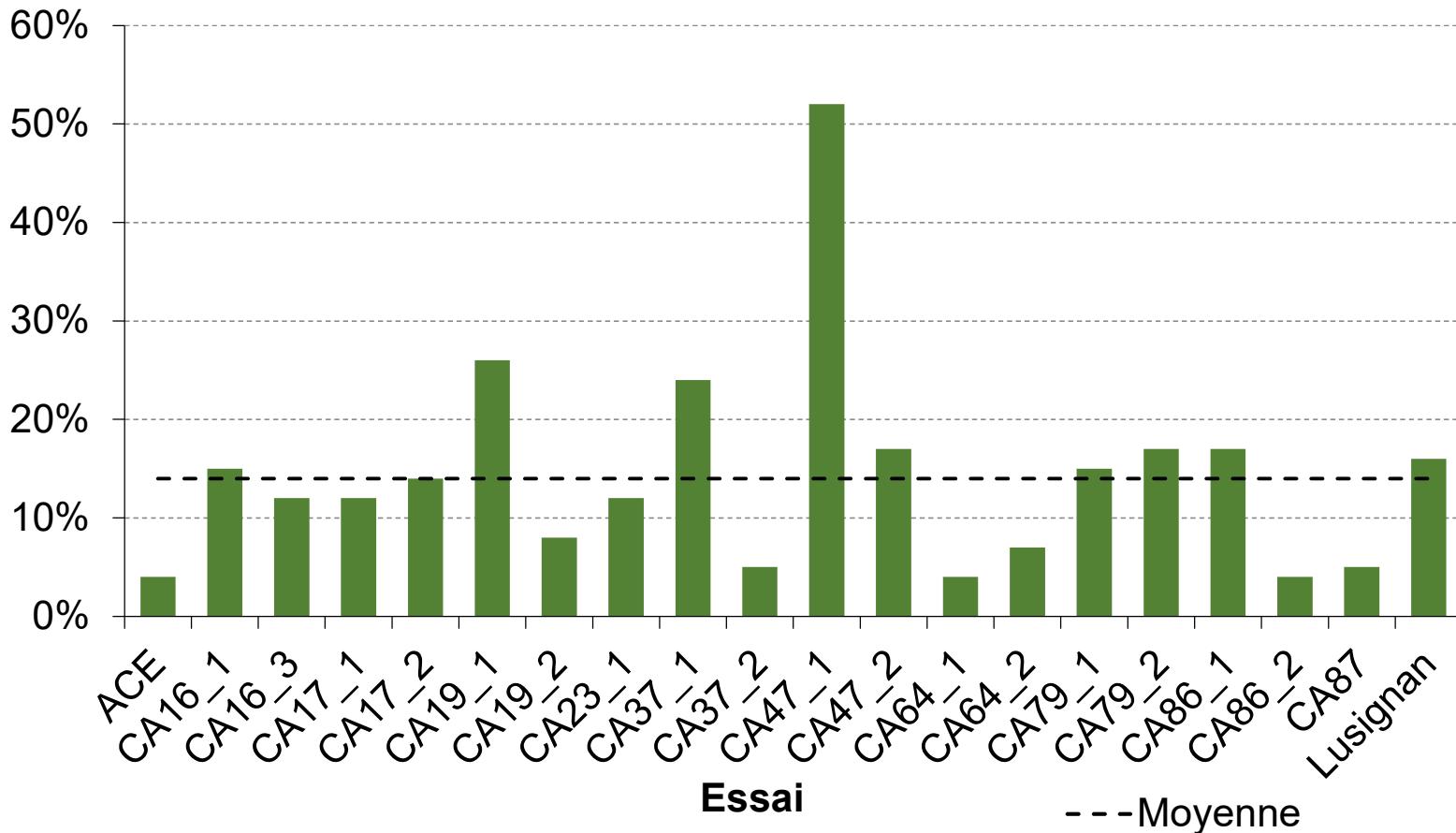


| <b>Rendements faibles</b><br>(Rendement moyen < 4tMS/ha)<br>4 essais |                                  | <b>Rendements élevés</b><br>(Rendement moyen > 8tMS/ha)<br>7 essais |                                  |
|--|----------------------------------|---|----------------------------------|
| <b>Facteurs explicatifs</b>  | <b>Nombre d'essais concernés</b> | <b>Facteurs explicatifs</b>   | <b>Nombre d'essais concernés</b> |
| Faible somme de températures   | 3 essais                         | Sol limoneux  | 5 essais                         |
| Semis tardif   | 2 essais                         | Semis précoce   | 4 essais                         |
| Sol sableux  | 2 essais                         | Forte somme de températures   | 3 essais                         |
| Faible cumul de précipitations                                       | 1 essai                          | Apport de MO au semis   | 2 essais                         |
| Récolte précoce  | 1 essai                          | Fort cumul de précipitations  | 1 essai                          |

# Part de féverole selon les essais



Part de féverole (%)



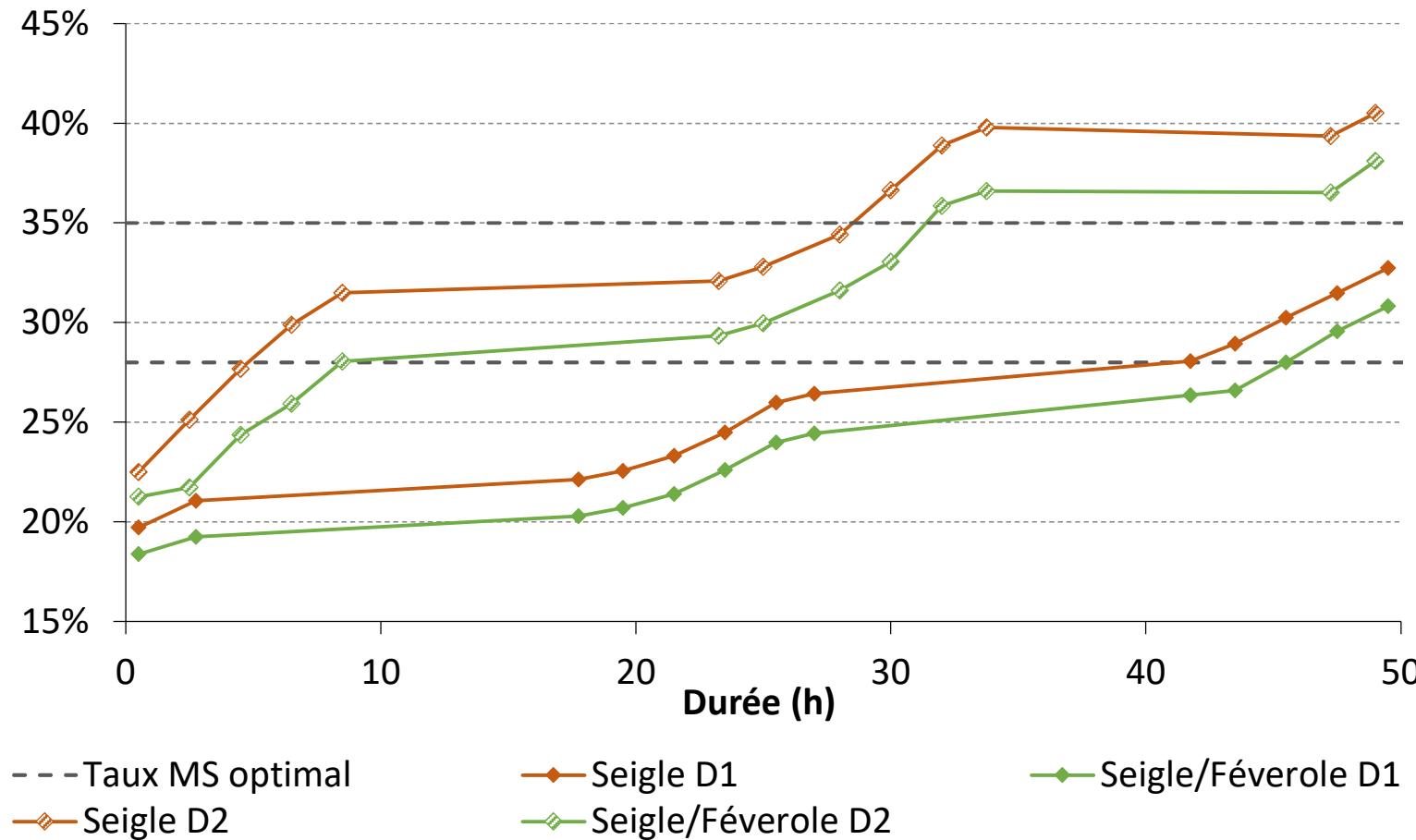
# Intérêt du préfanage



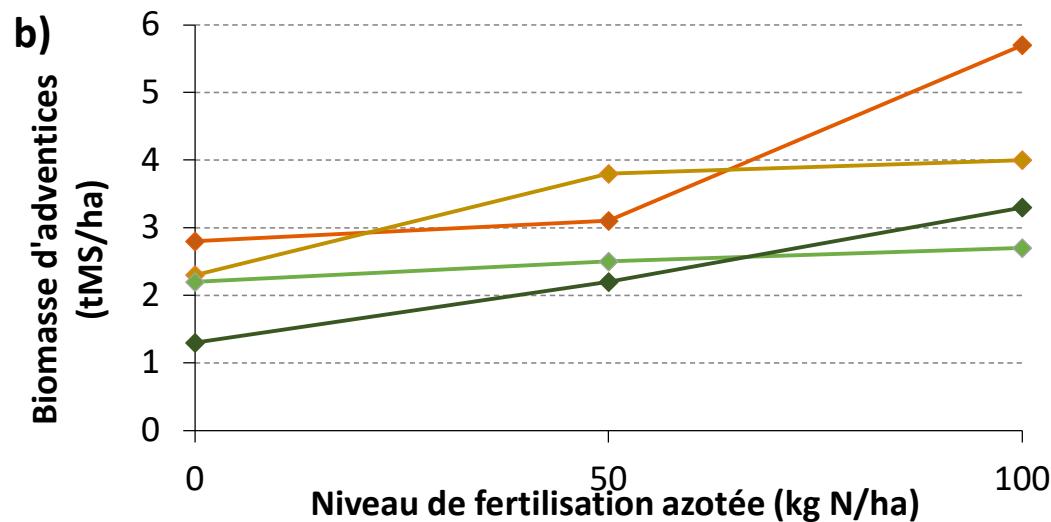
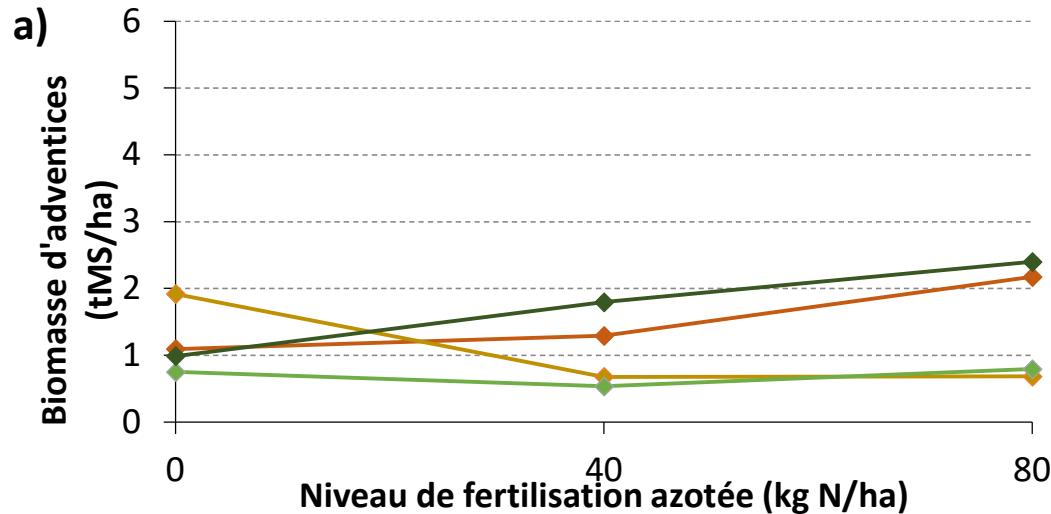
# Intérêt du préfanage



Taux de MS (%)



# Impacts sur les adventices



Réduction des adventices avec les associations en présence d'un salissement important

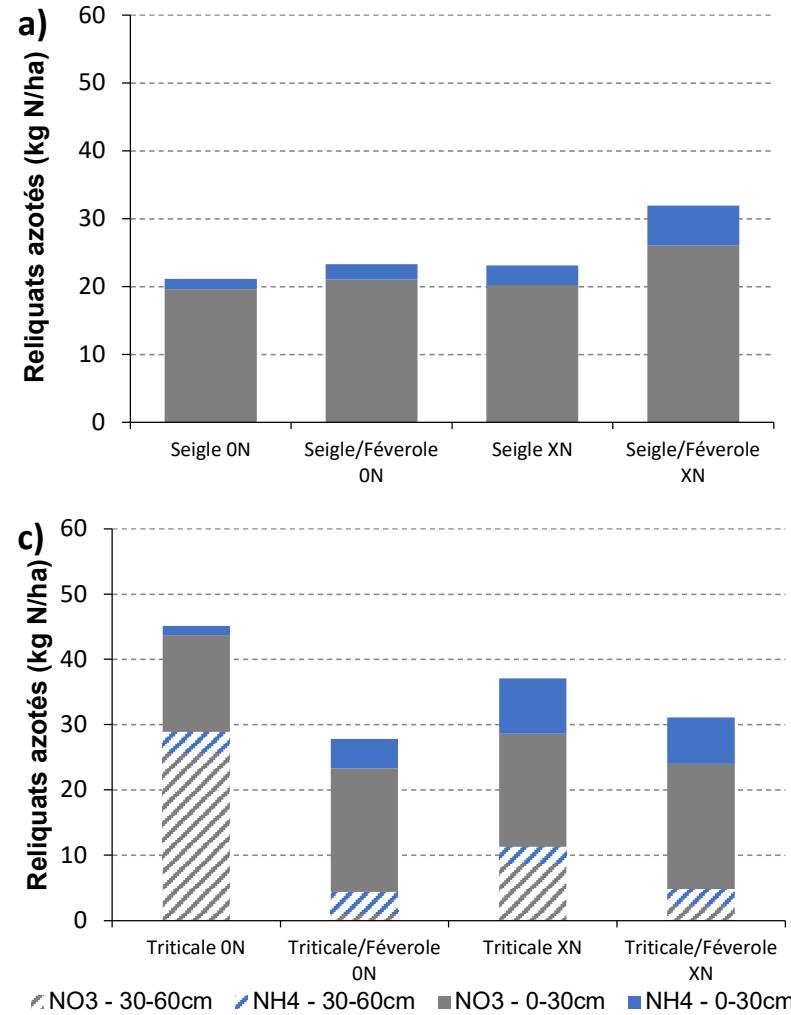
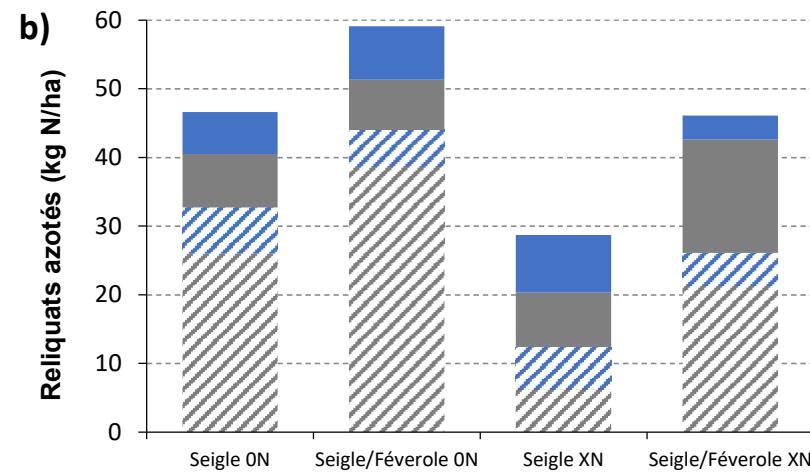
a) CA86\_1 et b) CA37\_1

# Impacts sur l'état du sol à la récolte



- Impact sur les reliquats azotés variable selon les essais

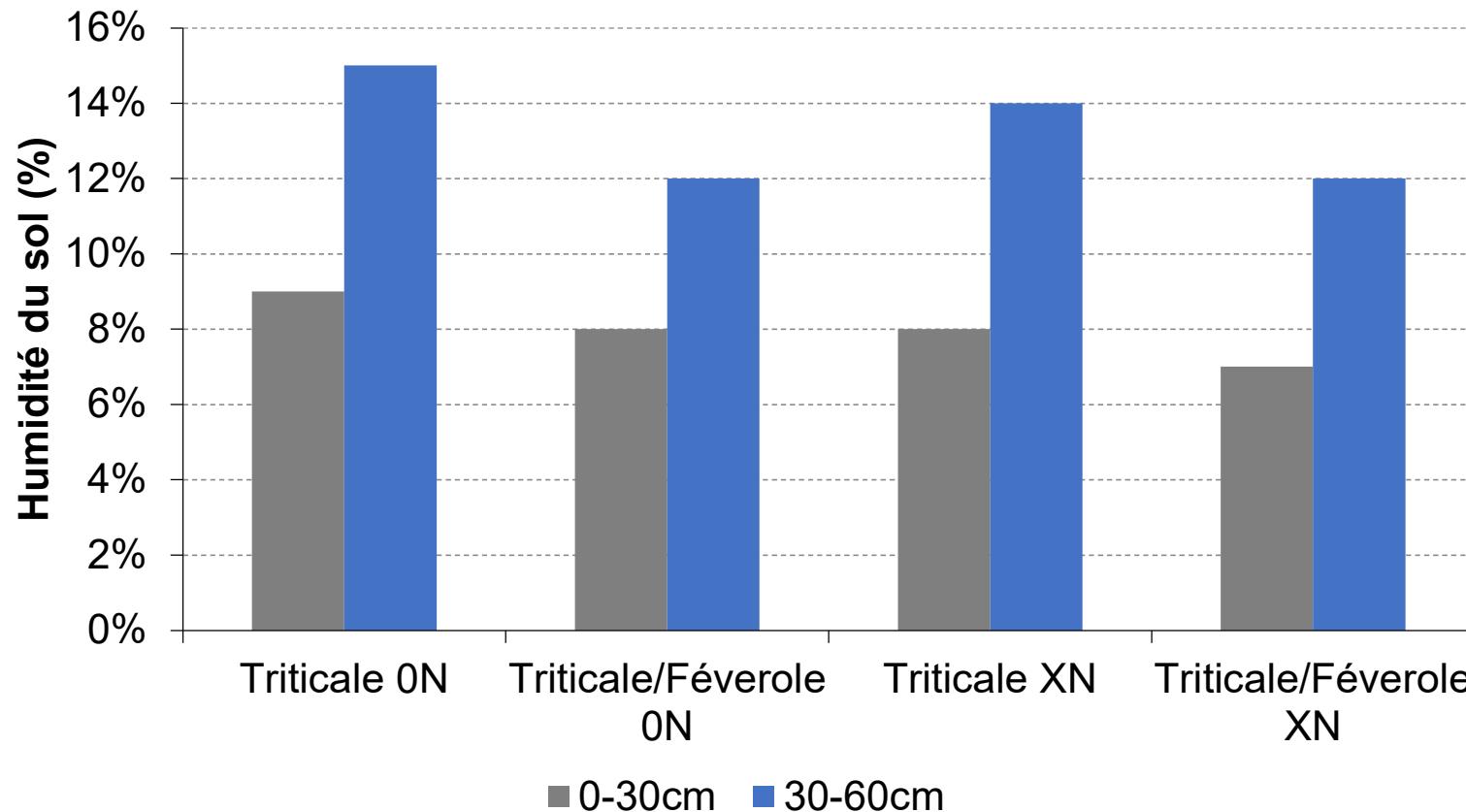
a) CA86\_2, b) CA47\_1 et c) Lusignan



# Impacts sur l'état du sol à la récolte

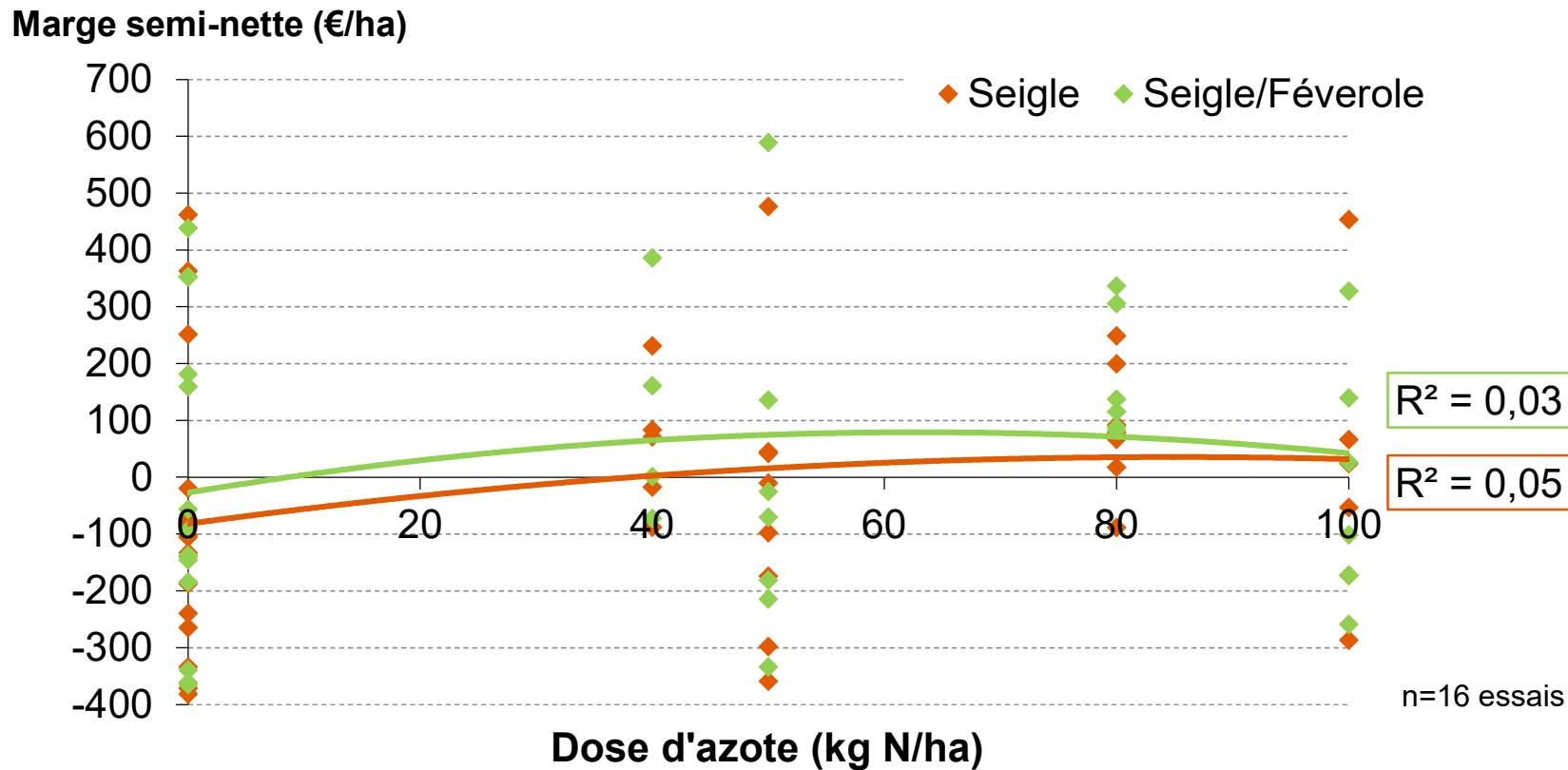


- Une légère diminution du taux d'humidité du sol



#### IV. RESULTATS

## Une réduction de la fertilisation intéressante économiquement



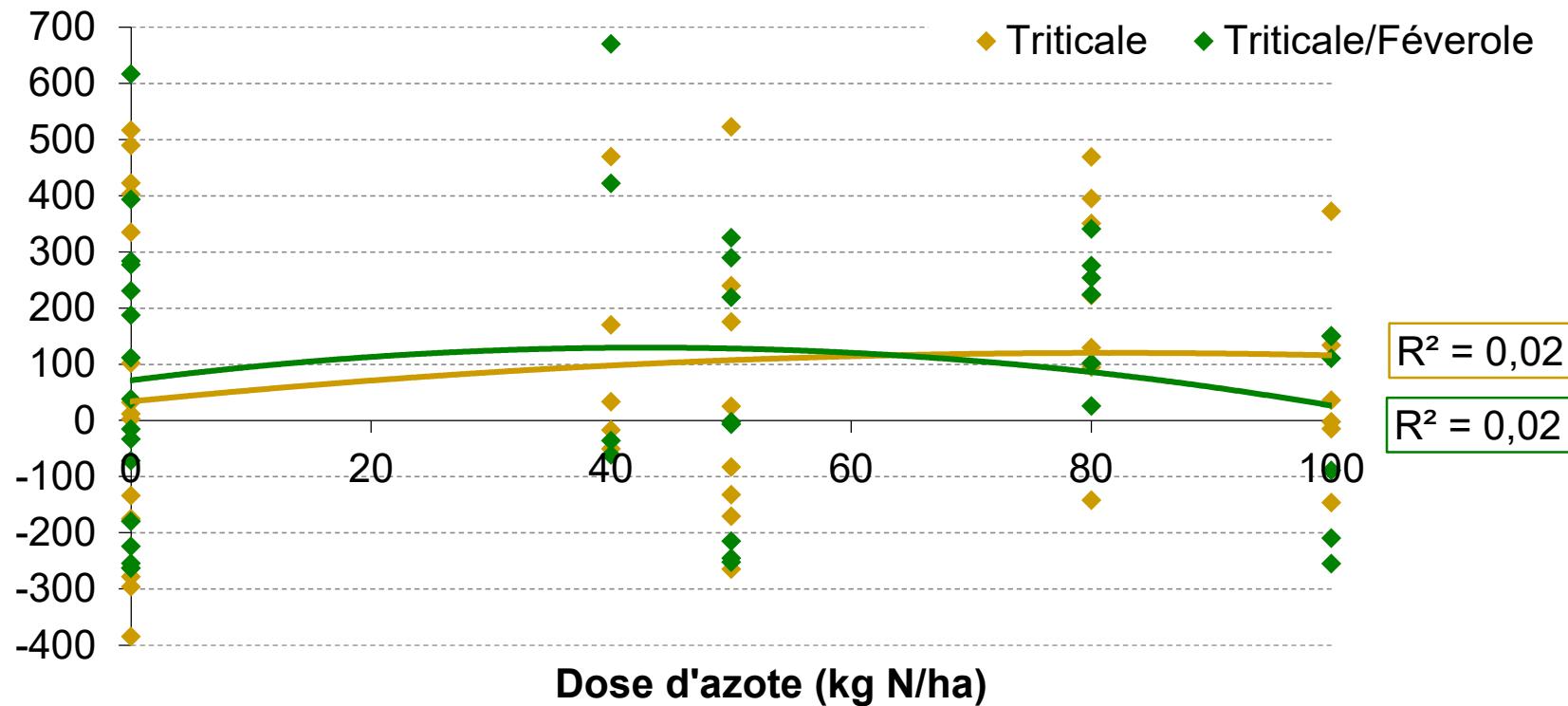
- MSN du seigle/féverole toujours supérieure au seigle pur
- Optimum atteint avec un niveau de fertilisation moyen
- Fertilisation n'est pas un gage de rentabilité

#### IV. RESULTATS

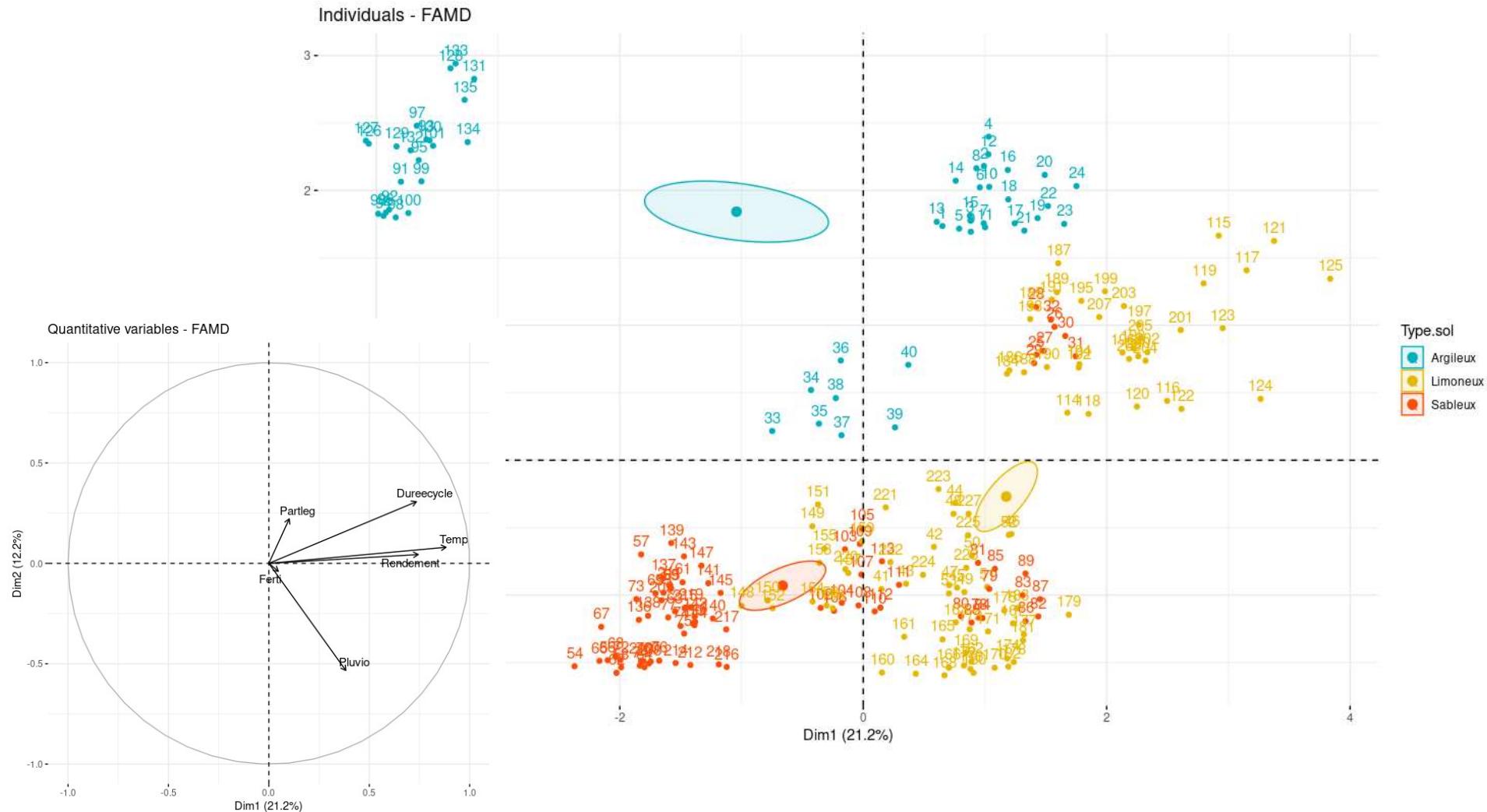
## Une réduction de la fertilisation intéressante économiquement



Marge semi-nette (€/ha)



# Divers facteurs expliquant l'hétérogénéité



# Divers facteurs expliquant l'hétérogénéité

