

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



Des CIVE en plein développement



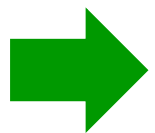
- Fort développement de la méthanisation
 - 700 unités en 2019 → Objectif de 1000 en 2023 (ADEME, 2019)
- Recours de plus en plus fréquent aux CIVE
 - Mobilisée par 80 % des unités de méthanisation (Marsac et al., 2019)
 - 2 types : CIVE d'été et d'hiver

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,...)			

Des limites à la production des CIVE



- Une 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)

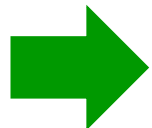


- Répondre à un manque de connaissances
- 25 partenaires dans le Centre-Ouest de la France



Un double objectif

- Intérêts d'implanter des associations céréales/légumineuses
- Espèces et itinéraires techniques adaptés à ces associations

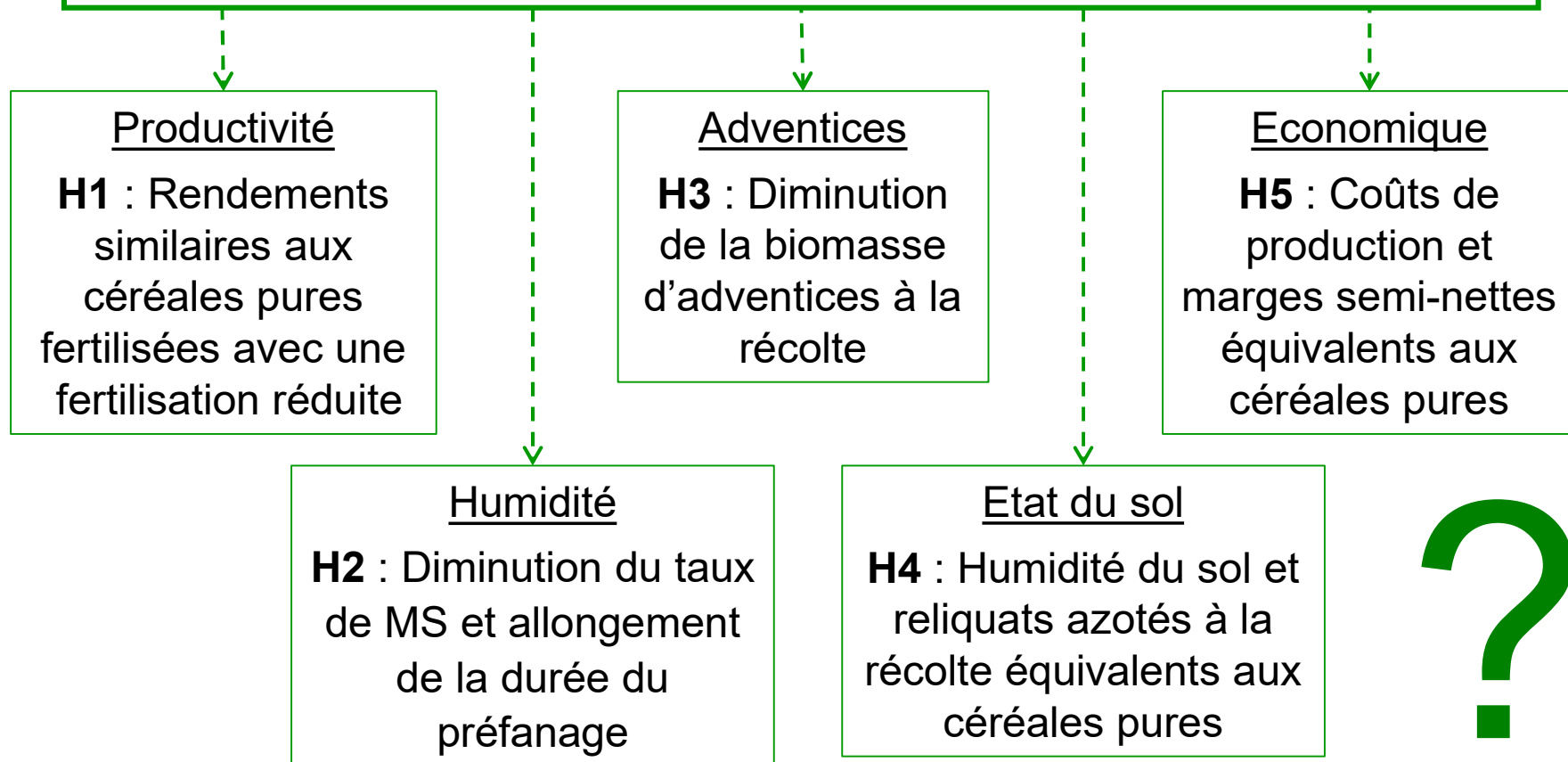


Etude des associations seigle/féverole et triticale/féverole

Une mission à but exploratoire



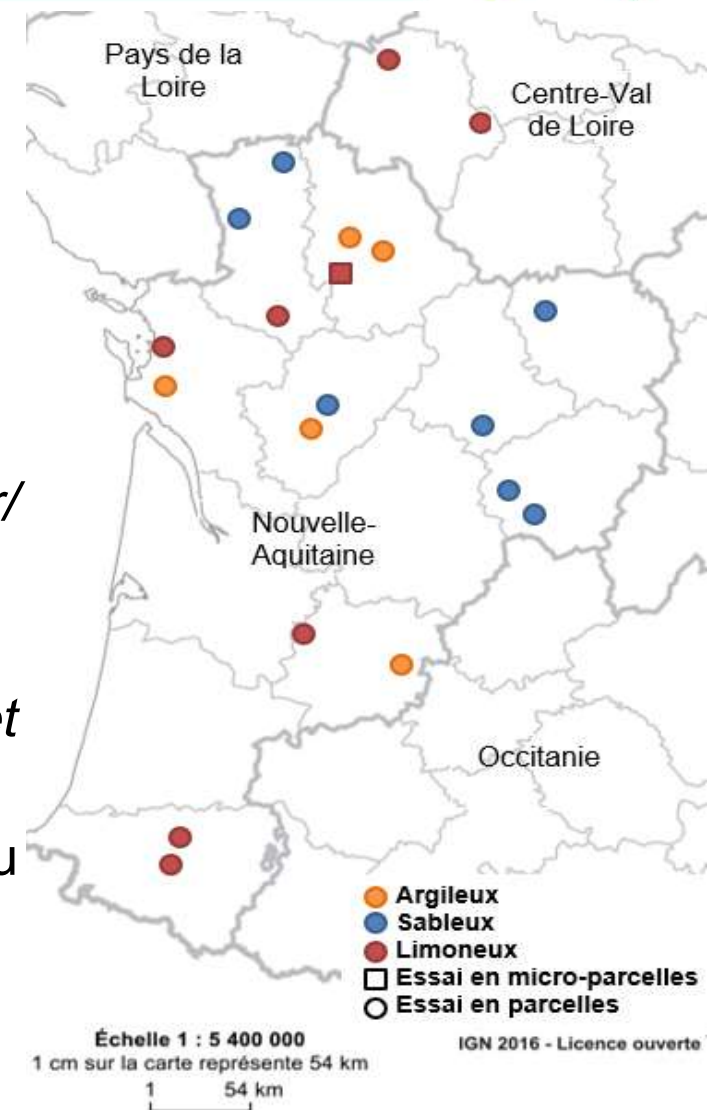
Comment l'association céréale/féverole impacte les performances et la conduite technique des CIVE d'hiver par rapport à une céréale pure ?



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



Comparer céréales pures et associations



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

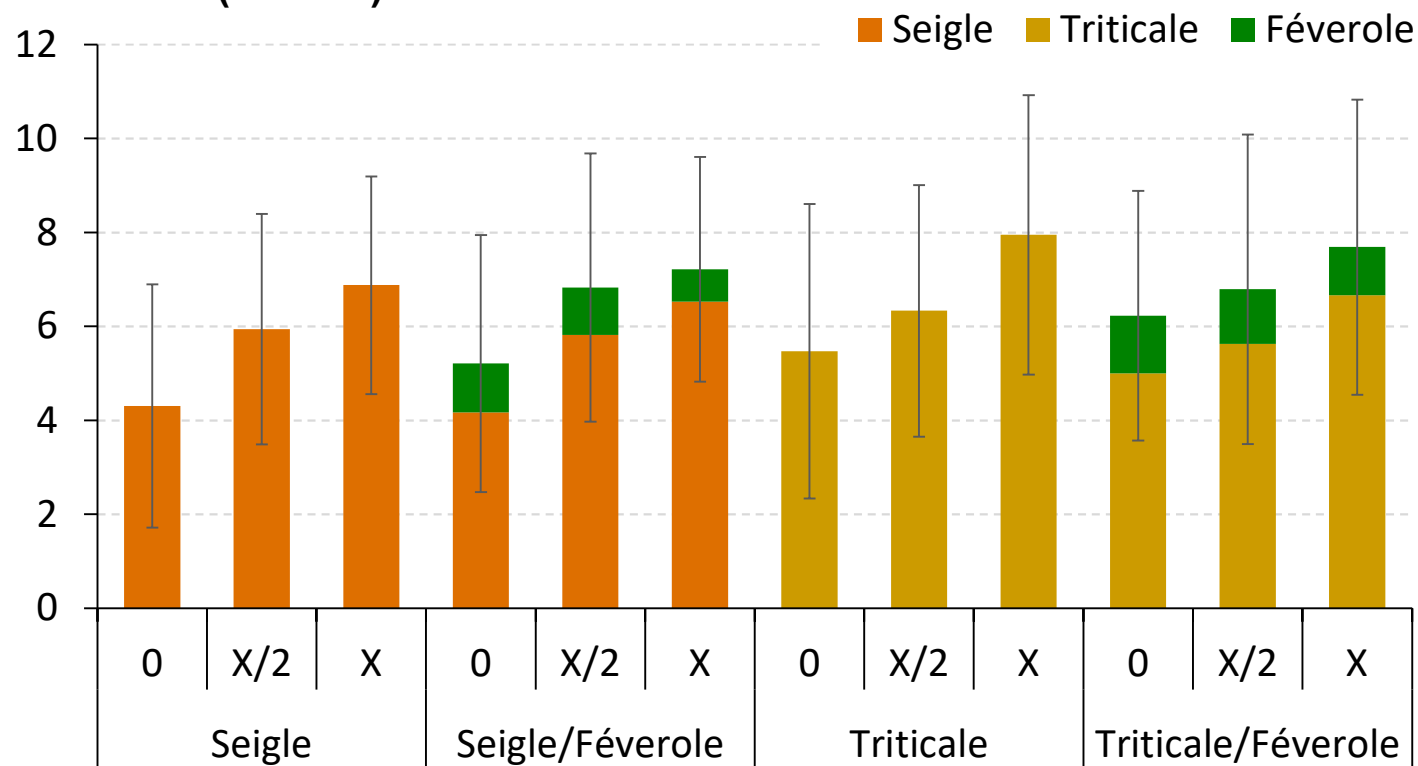
+ 12 agriculteurs enquêtés pour discuter les résultats obtenus

IV. RESULTATS

Des rendements équivalents



Rendement (tMS/ha)



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

n=20 essais

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

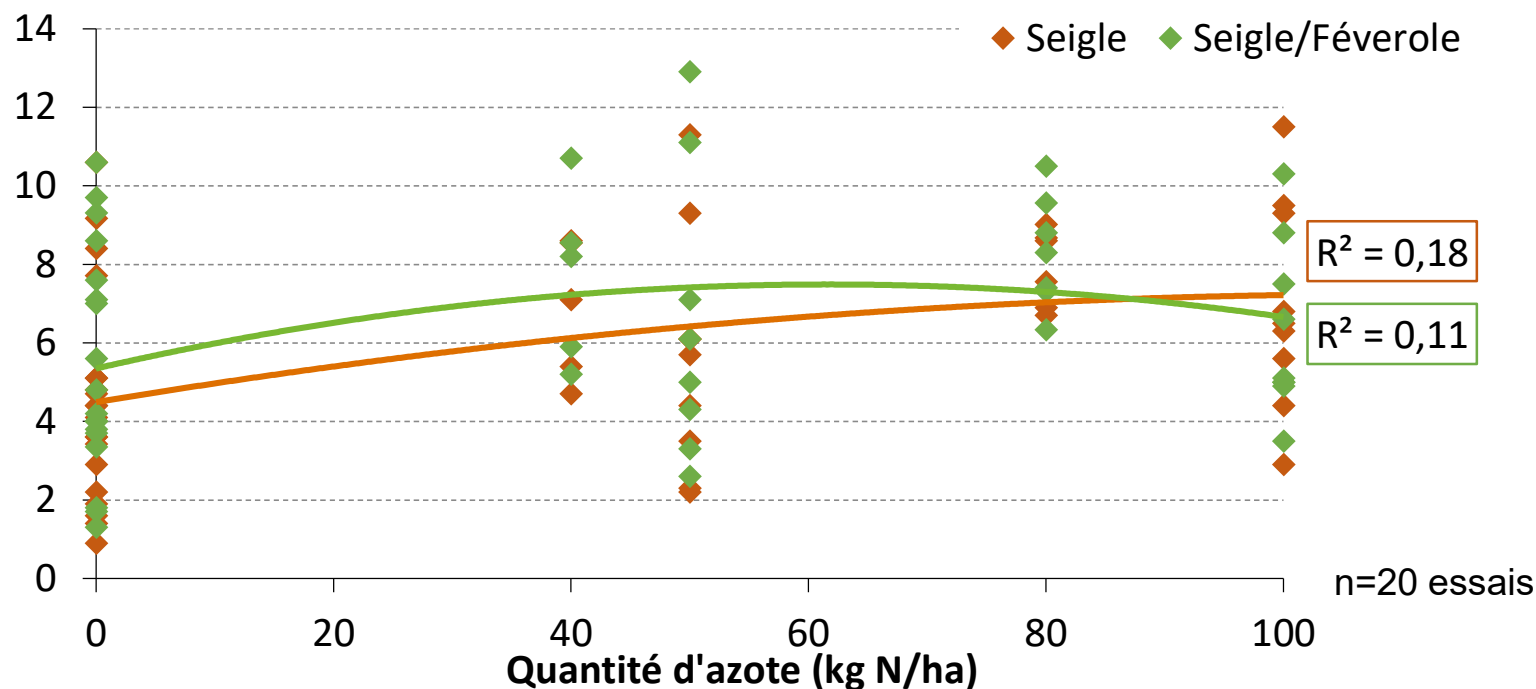
IV. RESULTATS

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
- Triticale/Féverole : Tendance à approfondir



H1



H1

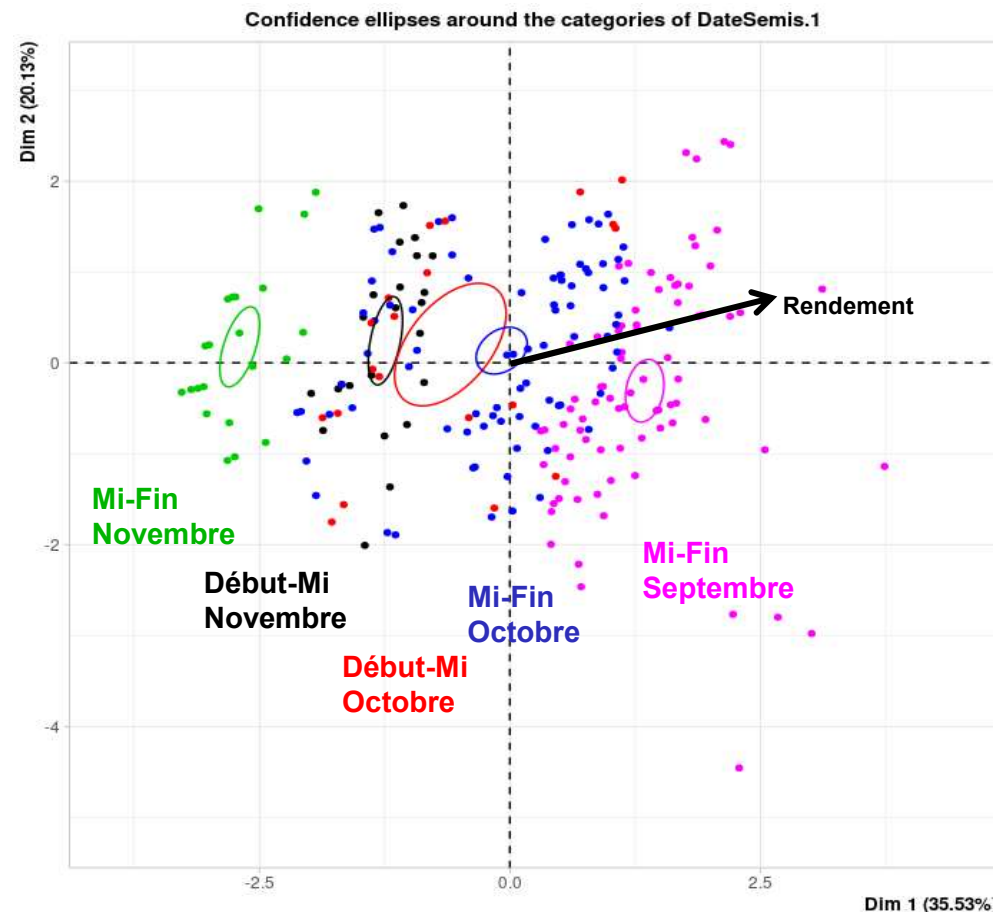
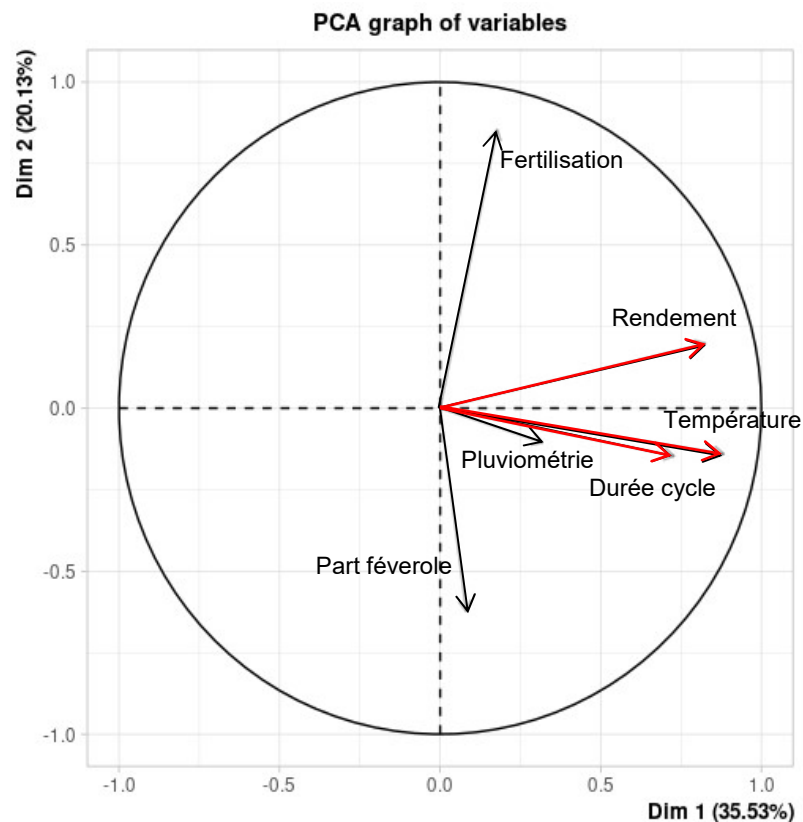


IV. RESULTATS

Divers facteurs expliquant le rendement

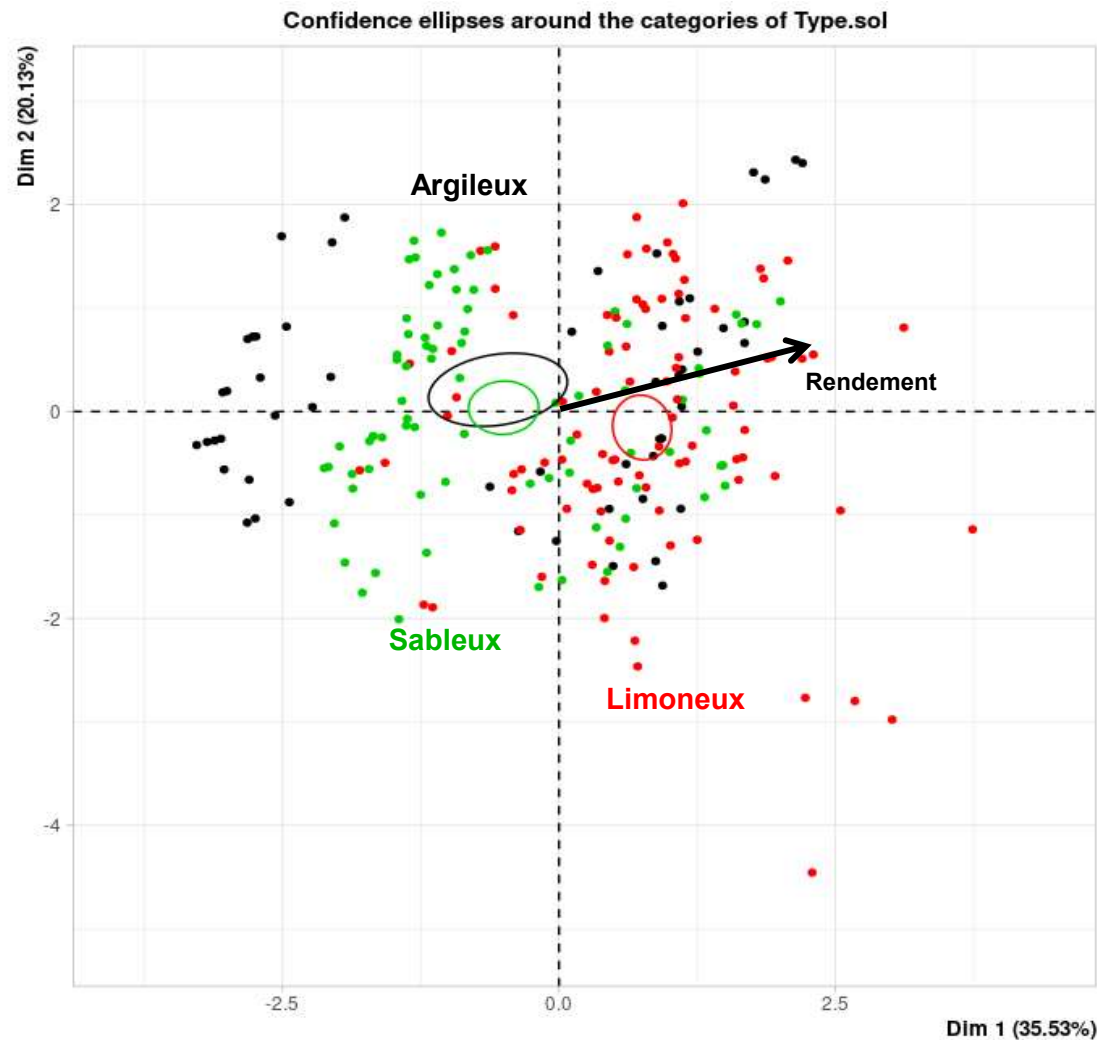


- Privilégier des dates de semis précoces



IV. RESULTATS

Divers facteurs expliquant le rendement



- Des rendements plus élevés sur les sols limoneux

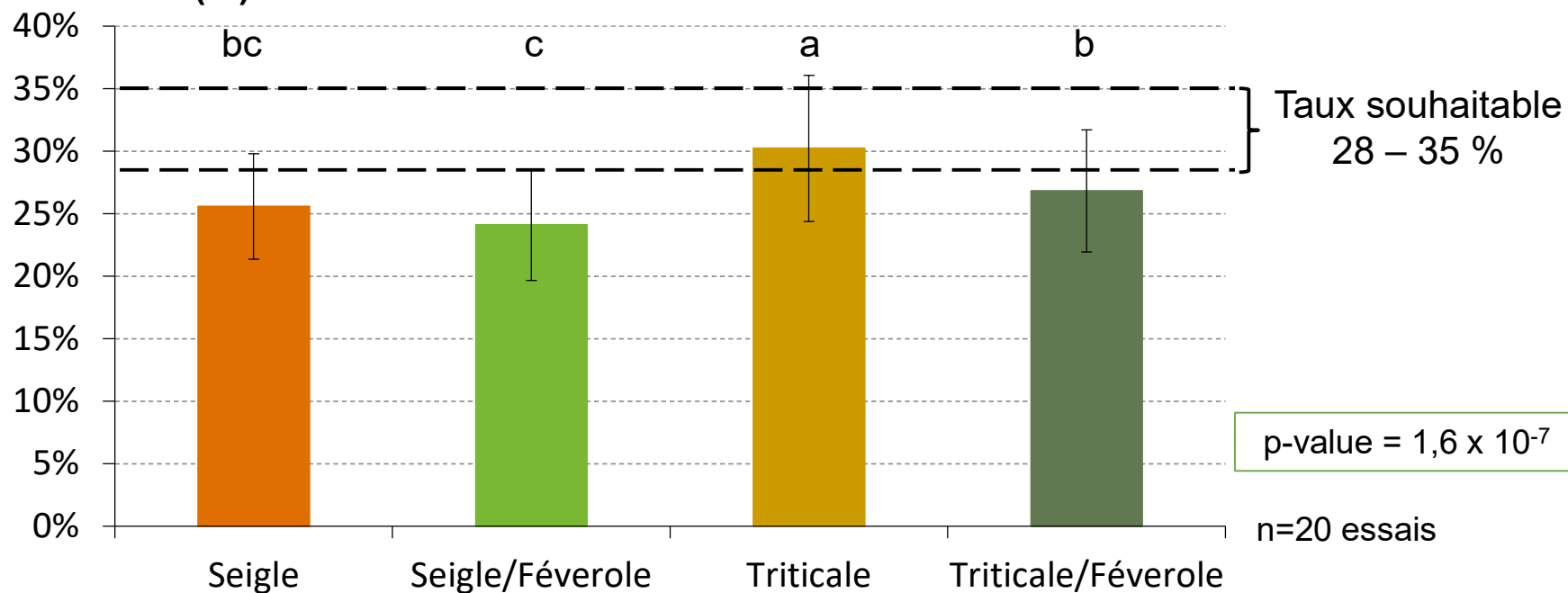
IV. RESULTATS

Une réduction du taux de MS



H2 : Diminution du taux de MS en association

Taux de MS (%)



- Diminution pas toujours significative (seigle/féverole)



H2

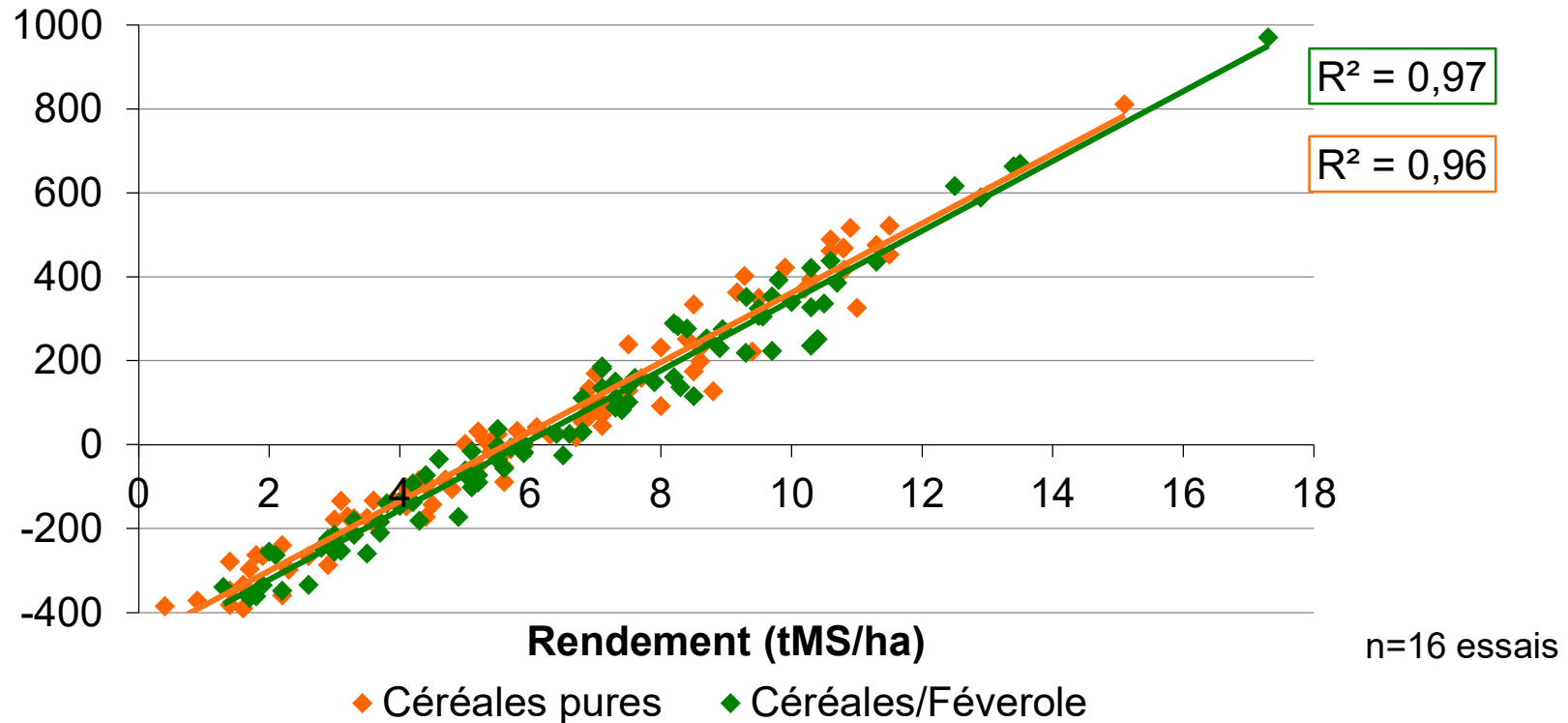


IV. RESULTATS

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 ^b	184 ^b	8,2
Seigle/Féverole	84 ^{ab}	231 ^{ab}	8,9
Triticale	76 ^a	323 ^a	9,3
Triticale/Féverole	78 ^{ab}	314 ^{ab}	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



H5



IV. RESULTATS

Synthèse des résultats



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

Des associations adaptées aux CIVE



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



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/publications/Nouvelle-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.

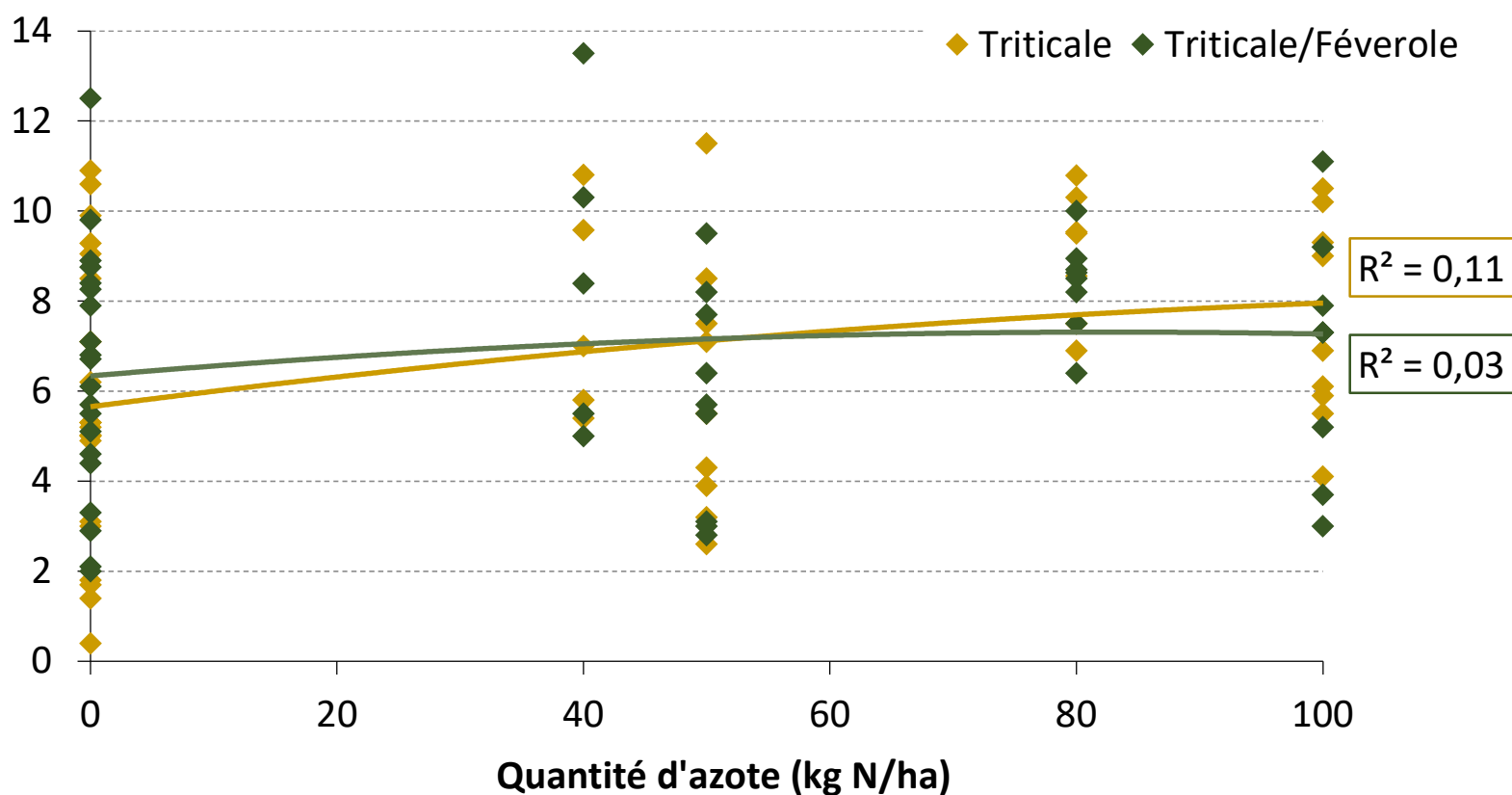
Pelzer E., Bazot M., Makowski D., Corre-Hellou G., Naudin C., Al Rifaï M., Baranger E., Bedoussac L., Biarnès V., Boucheny P., Carrouée B., Dorvillez D., Foissy D., Gaillard B., Guichard L., Mansard M-C., Omon B., Prieur L., Yvergniaux M., Justes E., Jeuffroy M-H., 2012. Pea-wheat intercrops in low-input 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

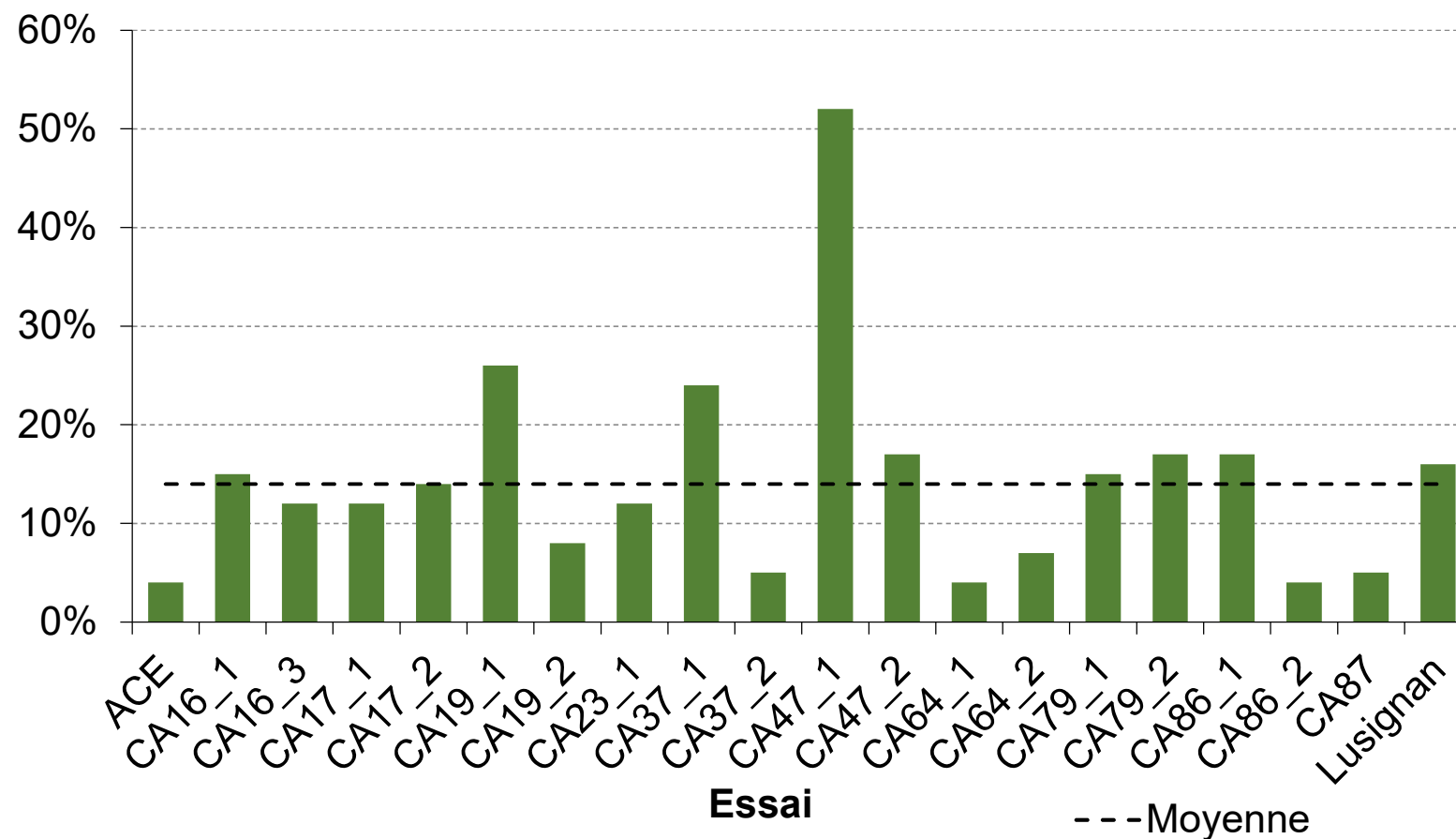


Rendements faibles (Rendement moyen < 4tMS/ha) 4 essais		Rendements élevés (Rendement moyen > 8tMS/ha) 7 essais	
Facteurs explicatifs	Nombre d'essais concernés	Facteurs explicatifs	Nombre d'essais concernés
Faible somme de températures	3 essais	Sol limoneux	5 essais
Semis tardif	2 essais	Semis précoce	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 (%)



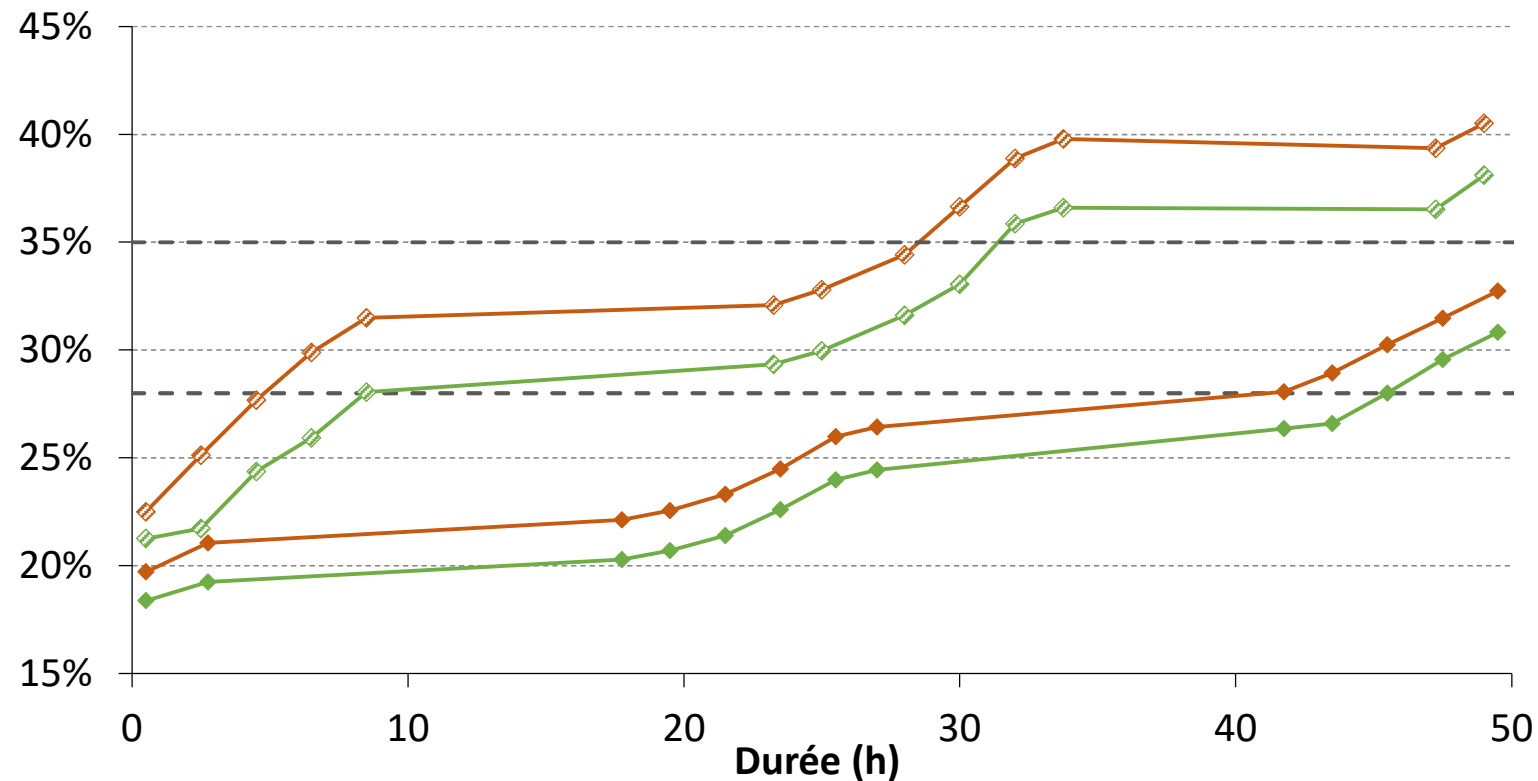
Intérêt du préfanage



Intérêt du préfanage



Taux de MS (%)



-- Taux MS optimal

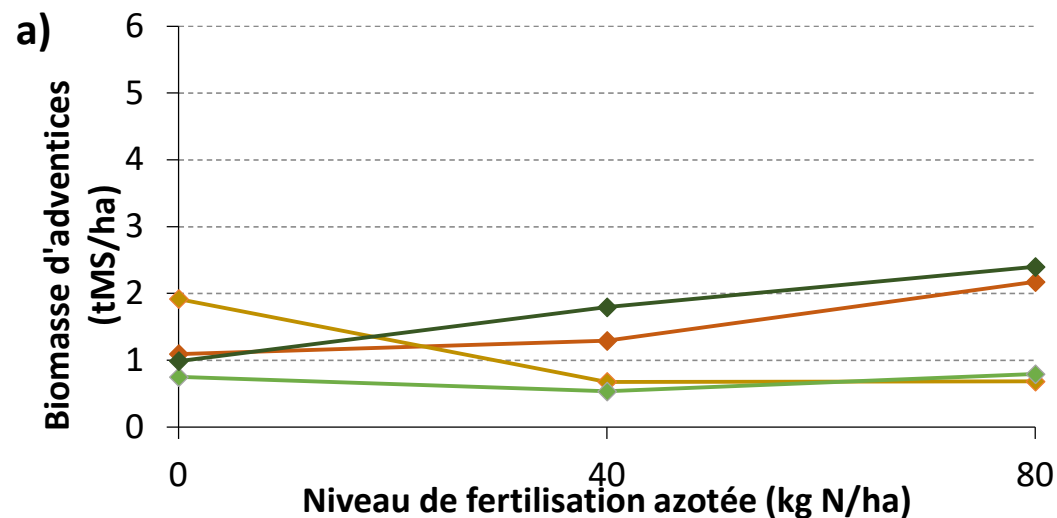
—◇— Seigle D2

—◇— Seigle D1

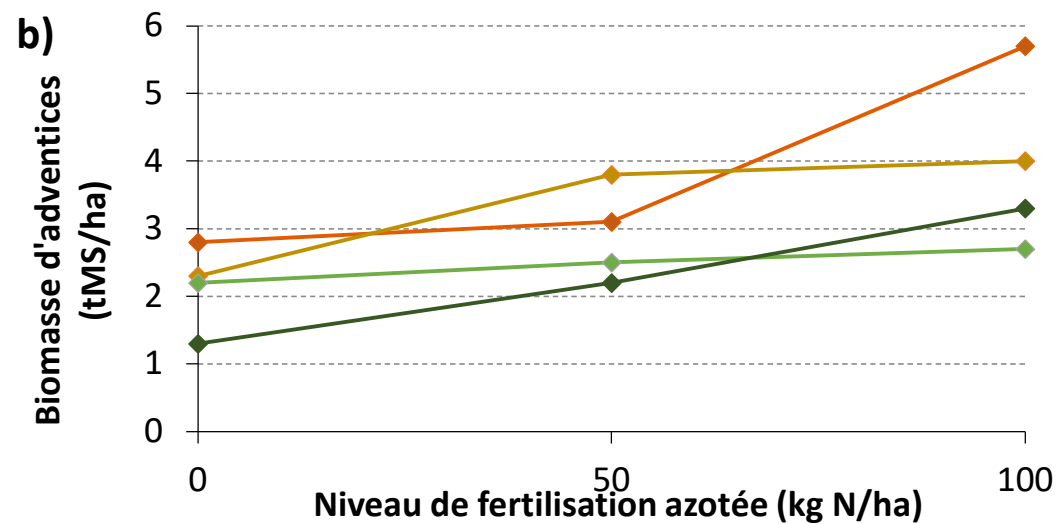
—◇— Seigle/Féverole D2

—◇— Seigle/Féverole D1

Impacts sur les adventices



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



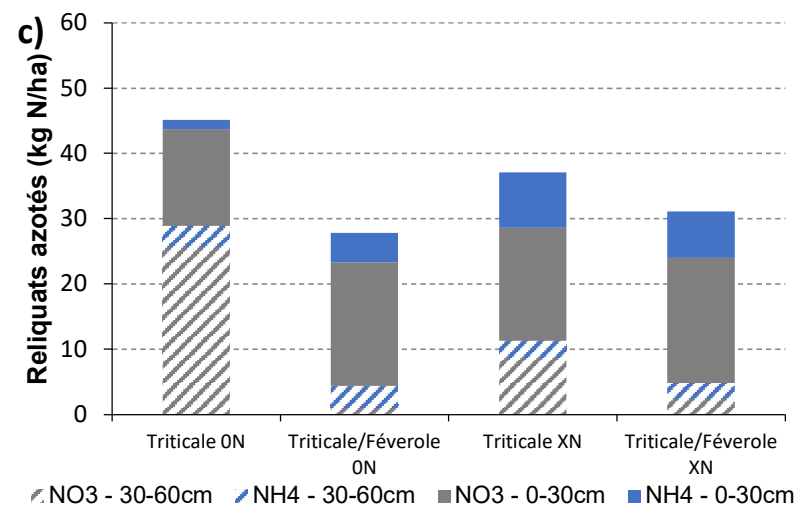
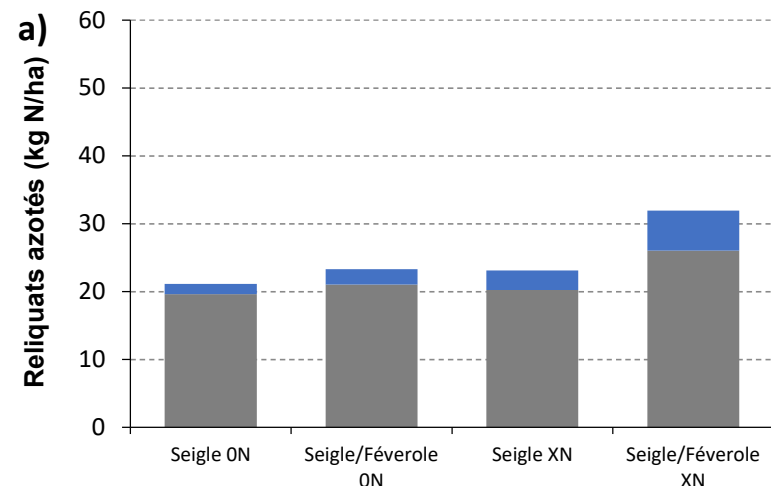
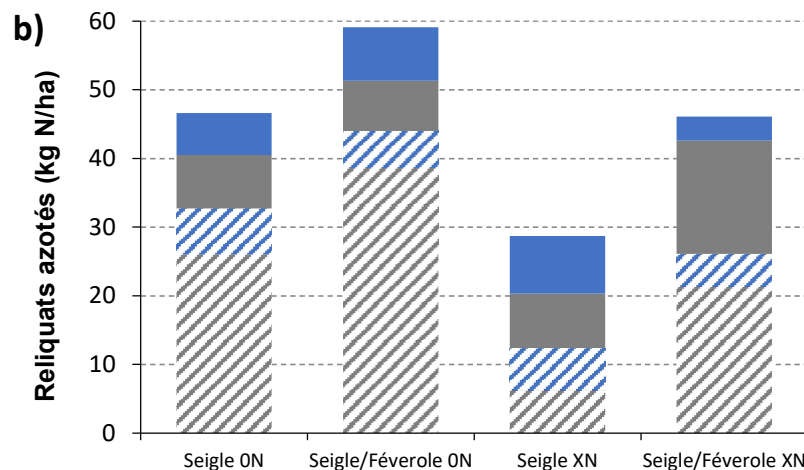
a) CA86_1 et b) CA37_1

Impacts sur l'état du sol à la récolte



- Impact sur les reliquats azotés variable selon les essais

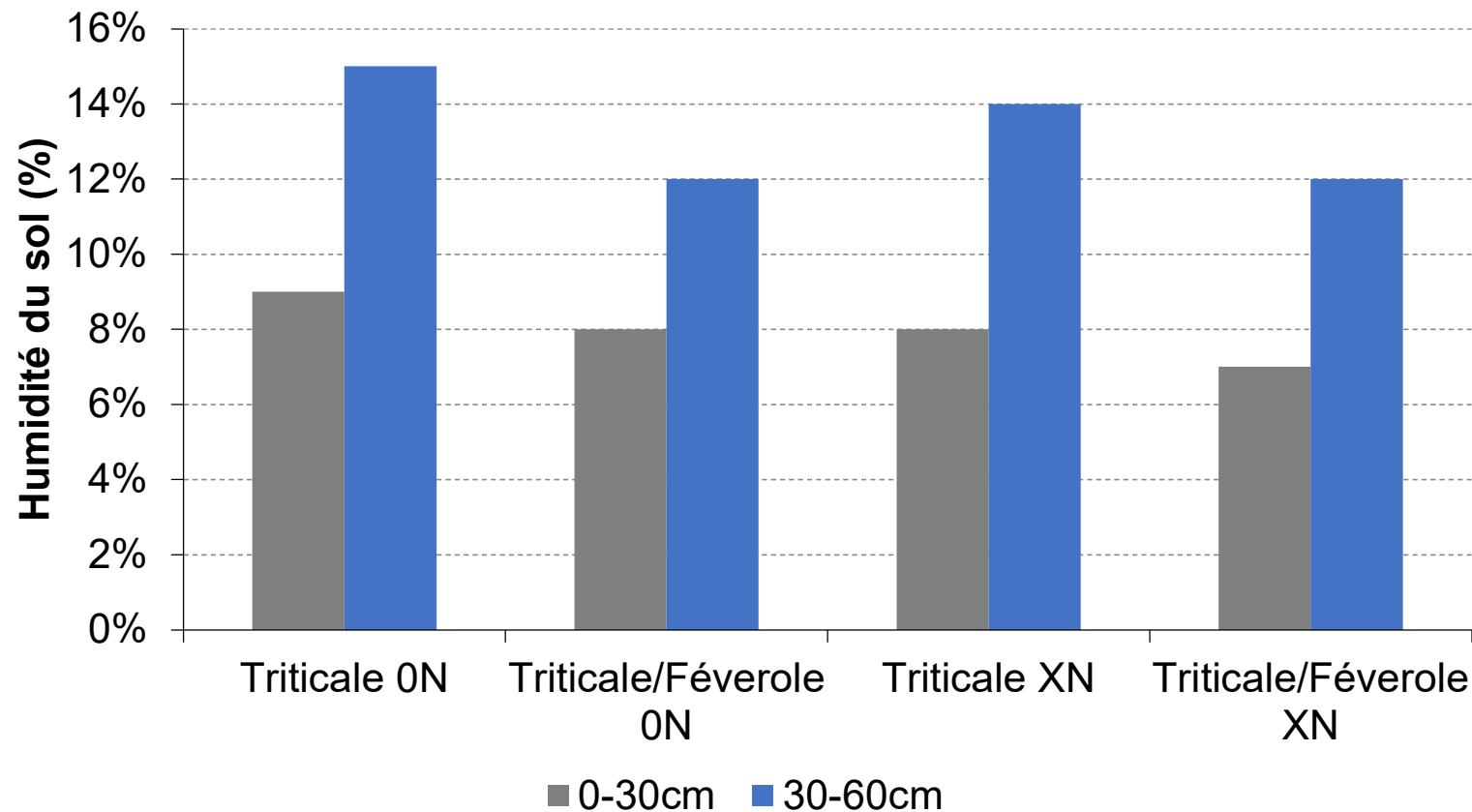
a) CA86_2, b) CA47_1 et c) Lusignan



Impacts sur l'état du sol à la récolte



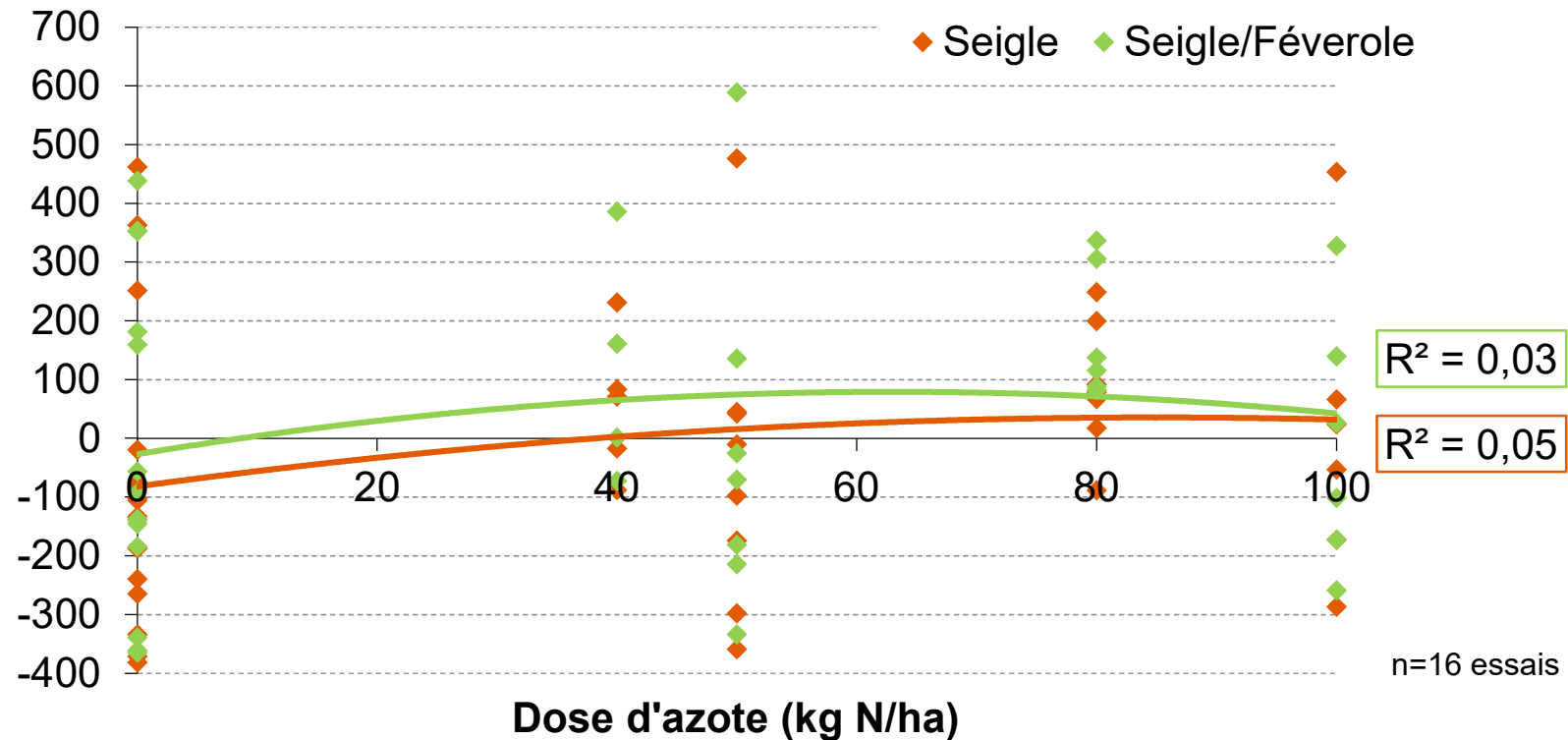
- Une légère diminution du taux d'humidité du sol



Une réduction de la fertilisation intéressante économiquement



Marge semi-nette (€/ha)

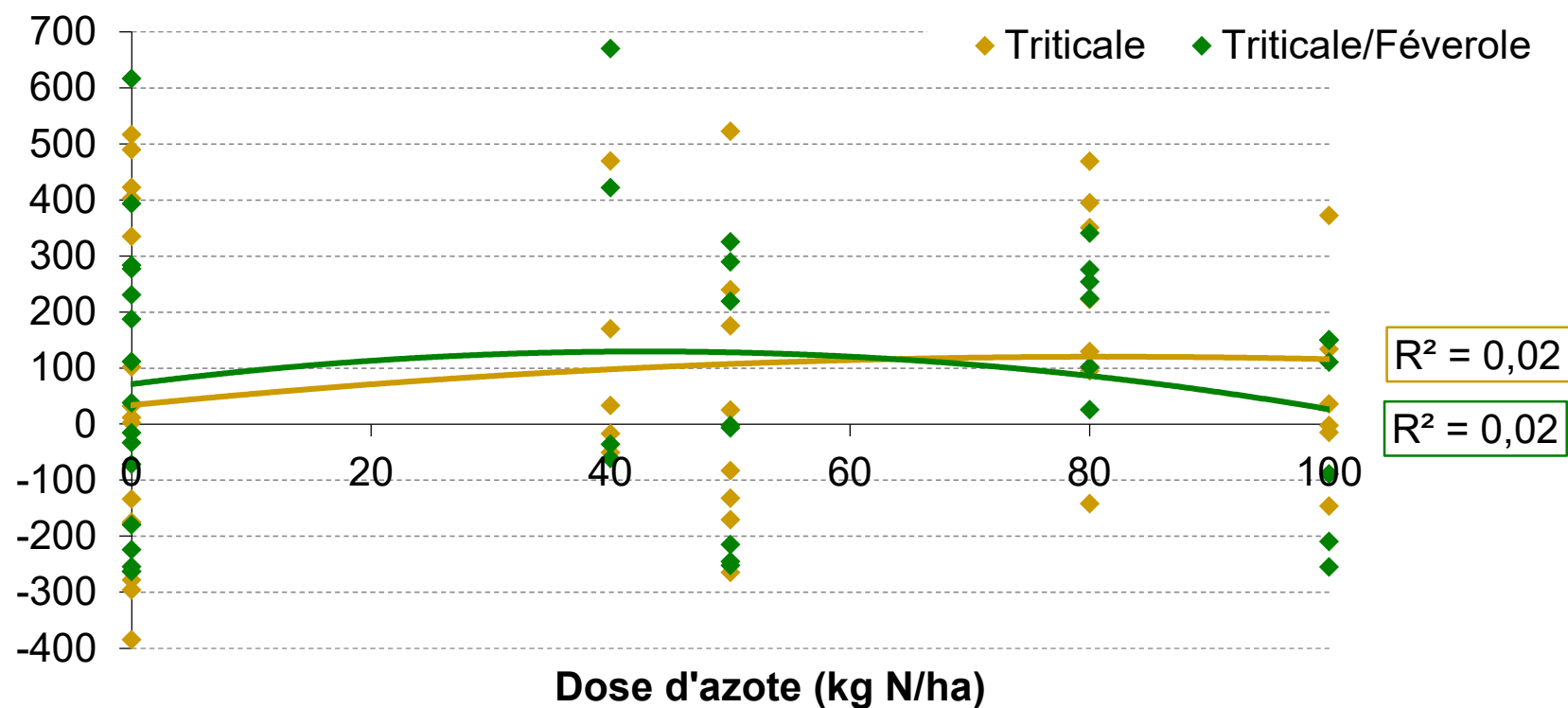


- MSN du seigle/féverole toujours supérieure au seigle pur
- Optimum atteint avec un niveau de fertilisation moyen
- Fertilisation n'est pas un gage de rentabilité

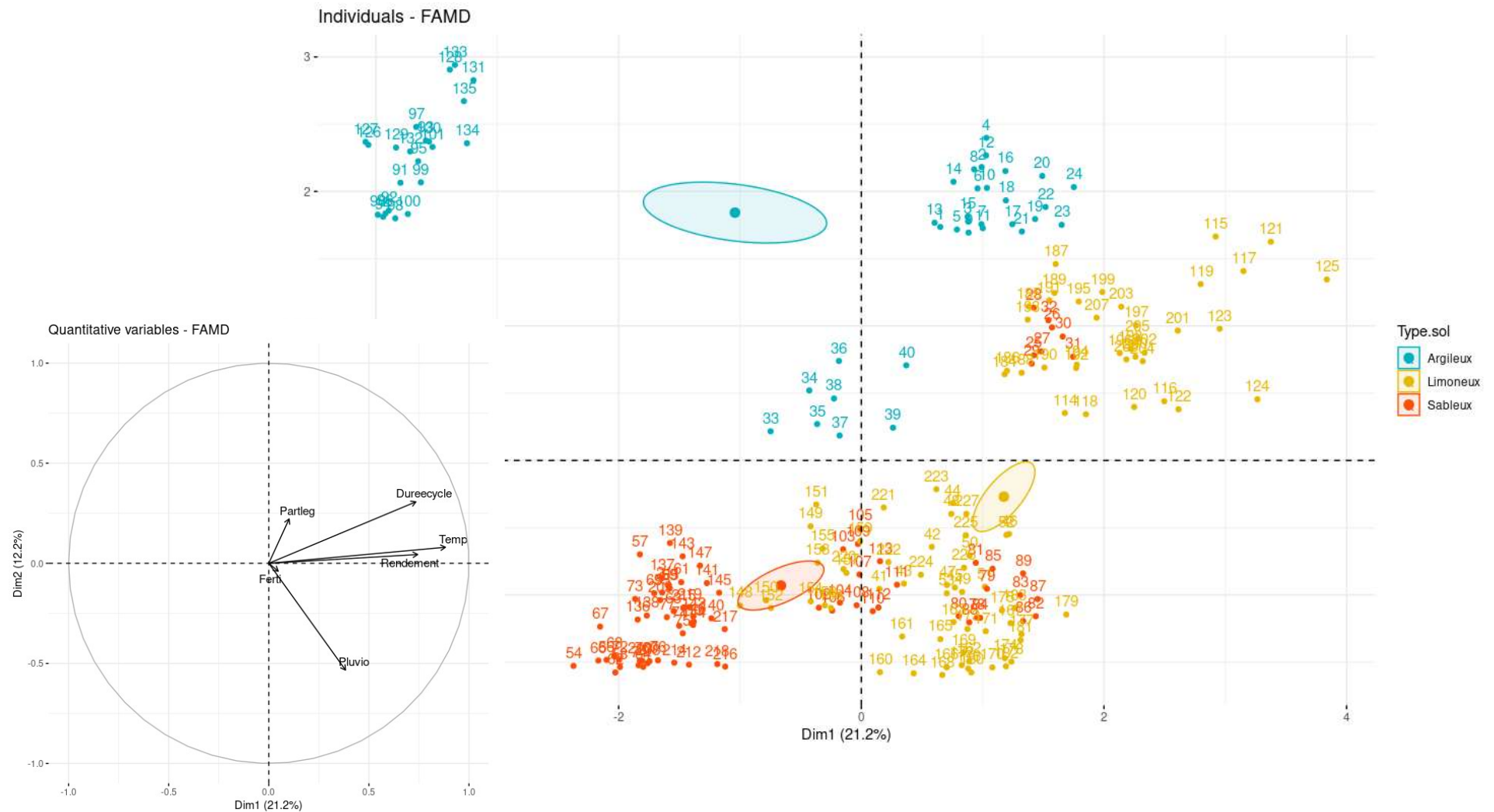
Une réduction de la fertilisation intéressante économiquement



Marge semi-nette (€/ha)



Divers facteurs expliquant l'hétérogénéité



Divers facteurs expliquant l'hétérogénéité

