

ANNEXES

A. Variables qualitatives utilisées lors de la régression linéaire

Classification des variables qualitatives nominales utilisées dans les analyses.

Variable qualitative nominale	Modalités énoncées/ observées sur le terrain	Modalités reformulées
Caractéristique de surface	Sol argileux et de couleur noire	argileux et de couleur noire
	couleur noir (teneur élevée en matière organique)	
	Sol sableux	sableux
	Sol gravillonnaire	gravillonnaire
	Sol caillouteux, affleurement de cuirasse	caillouteux, affleurement de cuirasse
Topographie de la parcelle	Bas de pente	bas fond
	Lit de rivière	
	Mi-pente	pente
	Haut de pente	plateau
	Plateau	
	Butte	
Occupation du sol environnant	Culture	Culture
	Culture et concession	Culture et concession
	Culture et brousse	Culture et brousse
	Culture et forêt	

Modalités des variables qualitatives nominales utilisées dans les analyses.

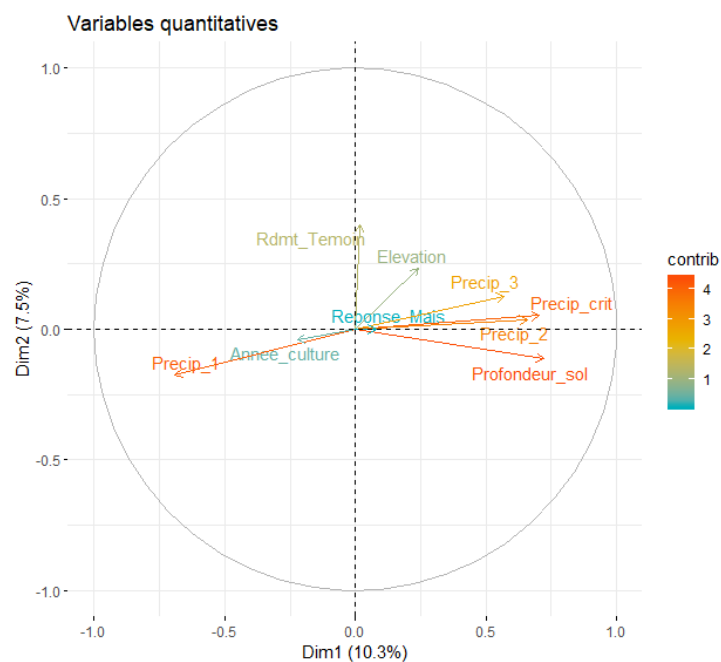
Variable qualitative nominale	Modalités de la variable
Topographie paysage	vallée
	bas-versant
	mi-versant
	haut-versant
	plateau
Structure de surface	particulaire
	fragmentaire

Intervalles choisis et modalités correspondantes des variables qualitatives ordinales utilisées dans les analyses.

Variable ordinale	Intervalles choisis	Modalités de la variable
Distance depuis la concession	0 – 500 m	case
	500m – 2km	village
	> 2km	brousse

Affleurement de roche	≤ 5%	absence
	> 5%	présence
Proportion d'éléments grossiers	0%	absence
	> 0%	présence
Application de NPK en 2017	0 kg/ha	aucun
	≤ 120 kg/ha	faible
	> 120 kg/ha	élevé
Enherbement	0 – 10%	faible
	11 – 30 %	moyen
	> 30%	élevé
Incidence du striga	Pas de striga	absence
	faible	présence
	Moyen	
	Forte	
Semis	Du 23 juin au 1 ^{er} juillet	Tôt
	Du 2 juillet au 12 juillet	Moyen
	Du 13 juillet au 18 juillet	tard

B. Analyse factorielle des données mixtes : variables quantitatives



Le cercle des corrélations représente la corrélation entre une variable et une composante principale

Contrib vaut la contribution de chaque variable aux composantes principales

C. Questionnaire des connaisseurs et des primo-pratiquants

Questionnaire des connaisseurs

Questionnaire destiné aux producteurs agricoles connaisseurs de la microdose dans leurs propres parcelles (Connaisseurs)

Avant tout, il est important de préciser qu'en répondant à ce questionnaire, vous stipulez votre accord à ce que les réponses que vous avez fournies à celui-ci soient utilisées pour une analyse statistique, concernant le mode d'application de la technique micro dose par les producteurs agricoles, dans le cadre de mon mémoire.

Je vous certifie que les données seront traitées de manière strictement anonyme. Aucun lien ne pourra-t'être fait entre les réponses et ceux qui les ont produites.

Identification

Date :

Nom :

Village :

A. Composition du ménage et personnes actives dans l'exploitation

Tableau 1.

Personne	Nombre	Age	Education (Alphabétisation, primaire, secondaire, supérieur, coranique, illettré)	Eleveur (oui/non)	Accès au crédit (warrantage ou autre)
					Oui/non
Chef de ménage	/				
Epouse 1	/	/	/	/	/
Epouse 2	/	/	/	/	/
Epouse 3	/	/	/	/	/
Enfants > 15 ans		/	/	/	/
Enfants 8-15		/	/	/	/
Enfants < 8 ans		/	/	/	/
Autres :.....					

B. Plan Parcellaire

Tableau 2.

[illegible]

A1. Si utilisation de fumier ou compost, pourquoi sur cette/ces parcelle(s) ?

.....
.....

.....
.....

.....
.....

.....
.....

.....
.....

C. Source de connaissances de la technique d'application de l'engrais microdose

1. Depuis combien d'années connaissez-vous la technique microdose ?

.....

2. Quelles sont les sources de vos connaissances de la technique ? (Producteurs, ONG, O.P., services de l'agriculture, radio, ...) (plusieurs réponses possibles)

.....
.....

3. Avez-vous suivi des formations ? Oui / Non

4. Si oui :

Type de formation	quand	durée	Par qui

5. Depuis quand appliquez-vous la technique micro dose?

.....

6. L'appliquez-vous chaque année ? Oui/non

7. Si non, pourquoi ?

.....
.....

D. Description de l'application de la technique micro dose

8. Sur quelle parcelle avez-vous tendance à appliquer la technique micro dose ? (N° de la parcelle) (si possible aller voir la parcelle) (Quelles parcelles privilégieriez-vous en cas d'insuffisance d'engrais ?)

.....

.....

.....

.....

9. Quelles sont les choix qui vous guident dans l'application de la micro dose sur ces parcelles? (*Type de sol, topographie, localisation, fertilité du sol, culture, précédent cultural...*) Pouvez-vous hiérarchiser ? (*Culture>fertilité>autres ...*)

.....

.....

.....

.....

10. Si vous avez déjà appliqué la micro dose sur différentes parcelles, avez-vous pu constater des différences d'efficacité ? Oui / Non ; Précisez les parcelles (leur classement de productivité)

.....

.....

11. A quoi attribuez-vous cette différence de productivité ?

.....

.....

.....

.....

12. L'appliquez-vous uniformément au sein de la parcelle ? Expliquez

.....

.....

.....

.....

13. Appliquez-vous la même quantité d'engrais chaque année ? En fonction de quoi cela varie-t-il ?

.....

.....

.....

.....

14. Sur quelles cultures appliquez-vous la micro dose ?

.....

.....

15. Pouvez-vous hiérarchiser les cultures par ordre d'importance par rapport à la technique MD? (Par exemple Mil>Sorgho>...)

.....
.....

16. Pourquoi cette hiérarchisation ?

.....
.....

17. Quelle est la période d'application ? (*Au semis, à la levée, après le premier sarclage...*)

.....
.....

18. Pourquoi (*contrainte de main d'œuvre, meilleure efficacité, réduction risque, ...*) ?

.....
.....

19. Varie-t-elle selon la culture, expliquez ?

.....
.....

Comment appliquez-vous la micro dose ? (Seriez-vous d'accord de me montrer ?)

20. Dans le poquet / à côté du poquet

21. Quel outil utilisé pour mesurer la dose (capsule, trois doigts, ...)

22. Quel outil utilisé pour enfouir la micro dose

23. Par rapport à la technique apprise, avez-vous adapté la technique en fonction de vos besoins spécifiques ?

.....
.....

.....
.....

24. Lors de l'application de la technique, observez-vous que l'efficacité varie au sein de la parcelle ? oui / non

25. Cette variabilité est-elle observée sur tout type de culture ou sur une culture en particulier ?

.....
.....

26. Sur quelle(s) parcelle(s) ? :

.....
.....

27. Est-ce toujours aux mêmes endroits de la parcelle que l'efficacité est meilleure ou moins bonne ? (Si oui, pouvez-vous me décrire le sol de l'endroit concerné, si possible voir l'endroit concerné)

.....

28. Quelle(s) explication(s) donnez-vous à cela ? (causes de la variabilité)

.....

E. Techniques associées à la micro dose qui ont été mises en œuvre

Là où vous appliquez la micro dose, est-ce que vous avez modifié :

	Si oui, expliquer brièvement
29. La pratique habituelle de préparation du sol ?	
30. La pratique habituelle de fertilisation organique (compost, fumier)	
31. Association de cultures (fixatrice d'azote ?)	
Autres ?	

32. Quelles techniques recommanderiez-vous afin d'améliorer l'efficacité de la micro dose sur vos parcelles ?

Pour l'orienter si besoin : cela peut être des pratiques d'association avec la matière organiques (fumier, compost, parcase,,), des pratiques de conservation (Zaï, diguette ou cordons, demi-lune, résidus de culture), ou des pratiques agronomiques (associations de cultures, rotation, jachère)

.....

33. Quelles sont les contraintes associées à ces techniques (main d'œuvre, pas les outils, charge de travail) ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

F. Propositions apportées par les producteurs

34. Quelles appréciations faites-vous de la productivité suite à l'application de la micro dose par rapport à la pratique habituelle ? (Très élevé, moyennement élevé, sensiblement égale, plus faible).

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Questionnaire destiné aux producteurs agricoles primo-pratiquants, ne pratiquant la microdose que depuis le projet microferti

Avant tout, il est important de préciser qu'en répondant à ce questionnaire, vous stipulez votre accord à ce que les réponses que vous avez fournies à celui-ci soient utilisées pour une analyse statistique, concernant le mode d'application de la technique micro dose par les producteurs agricoles, dans le cadre de mon mémoire.

Je vous certifie que les données seront traitées de manière strictement anonyme. Aucun lien ne pourra-t'être fait entre les réponses et ceux qui les ont produites.

Identification

Date :

Nom :

Village :

A. Composition du ménage et personnes actives dans l'exploitation

Tableau 1.

Personne	Nombre	Age	Education (Alphabétisation, primaire, secondaire, supérieur, coranique, illettré)	Eleveur (oui/non)	Accès au crédit (warrantage ou autre) Oui/non
Chef de ménage	/				
Epouse 1	/	/	/	/	/
Epouse 2	/	/	/	/	/
Epouse 3	/	/	/	/	/
Enfants > 15 ans		/	/	/	/
Enfants 8-15		/	/	/	/
Enfants < 8 ans		/	/	/	/
Autres :.....					

B. Plan Parcellaire

Tableau 2.

N° parcelle	Superfici e (ha)	Distance concessi on (km)	Cultivée depuis combien d'années ?	Mode de propriété ? (Propriété, prêt, location, autre)	Type de sol s'agit-il ? (Nom local au besoin)	Topogra phie (Bas fond, bas de versant, haut de versant, plateau, ...)	2018 :		2017		Rotati ons ?	Paillage
							Cultures + Superficie en ha?	Engrais (quantité/ha)	Cultures + Superficie en ha	Engrais (quantité/ha)		

A1. Si utilisation de fumier ou compost, pourquoi sur cette/ces parcelle(s) ?

.....

.....

.....

.....

.....

C. Source de connaissances de la technique d'application de l'engrais microdose

1. Depuis combien d'années connaissez-vous la technique microdose ?

.....

2. Quelles sont les sources de vos connaissances de la technique ? (Producteurs, ONG, O.P., services de l'agriculture, radio, ...) (plusieurs réponses possibles)

.....

.....

3. Avez-vous suivi des formations ? Oui / Non

4. Si oui :

Type de formation	quand	durée	Par qui

5. Quelles sont les raisons pour lesquelles vous n'appliqueriez pas la fertilisation microdose (manque de connaissances, manque de moyens financiers pour acheter les engrais, manque main-d'œuvre, efficacité incertaine ou insuffisante,) ?

.....

.....

.....

.....

.....

D. Application de la technique micro dose

Compte tenu de ce que vous savez sur la technique de par vos observations ou les formations suivies :

6. Sur quelle parcelle pensez-vous que la micro dose serait la mieux valorisée ? (N° de la parcelle) (si possible aller voir la parcelle) (Quelles parcelles privilégieriez-vous en cas d'insuffisance d'engrais ?)

.....
.....
.....
.....

7. Pourquoi pensez-vous que la technique serait plus efficace sur ces parcelles ? (*Type de sol, topographie, localisation, fertilité du sol, culture, précédent cultural...*) Pouvez-vous hiérarchiser ? (*Culture>fertilité>autres ...*)

.....
.....
.....
.....

8. Sur quelles cultures préféreriez-vous appliquer la micro dose ? Pouvez-vous hiérarchiser les cultures par ordre d'importance ? (*Par exemple Mil>Sorgho>...*)

.....
.....

9. Pourquoi cette hiérarchisation (*plus productif, localisation favorable, plus lucratif sur la marché, plus facile*)?

.....
.....
.....
.....

10. Quelle est la période d'application choisiriez-vous pour la fertilisation micro dose? (*Au semis, à la levée, après le premier sarclage...*)

.....
.....

11. Pourquoi (*contrainte de main d'œuvre, meilleure efficacité, réduction risque, ...*) ?

.....
.....

12. La période d'application varierait-elle selon la culture, expliquez ?

.....
.....

13. Quelles pourrait, selon vous, être les causes de la variabilité dans l'efficacité de la micro dose ?

.....
.....
.....
.....

E. Propositions apportées par les producteurs

14. Selon-vous, quelles techniques ou pratiques agronomiques pourraient augmenter l'efficacité de la technique micro dose. Et pourquoi choisir ces techniques ?

.....

.....

.....

.....

.....

15. Quelles seraient les contraintes associées à ces techniques ? (*Main d'œuvre, pas les outils, charge de travail*)

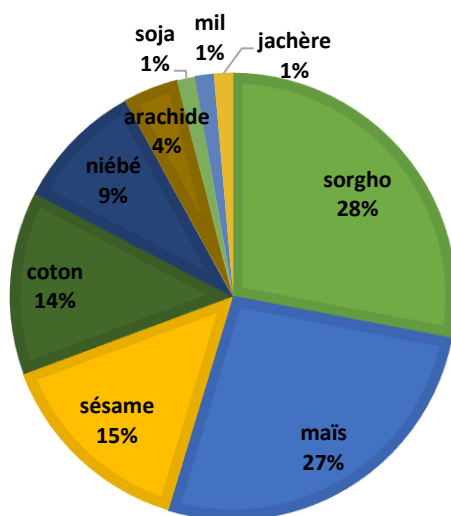
.....

.....

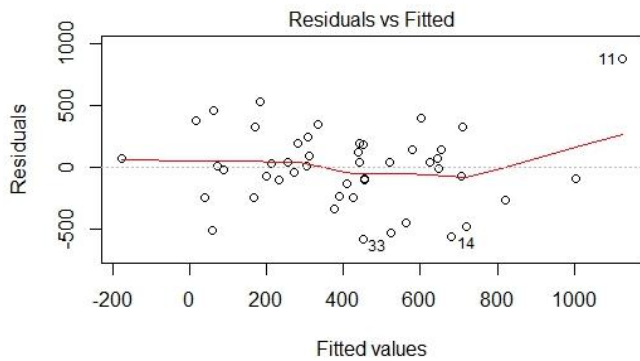
.....

.....

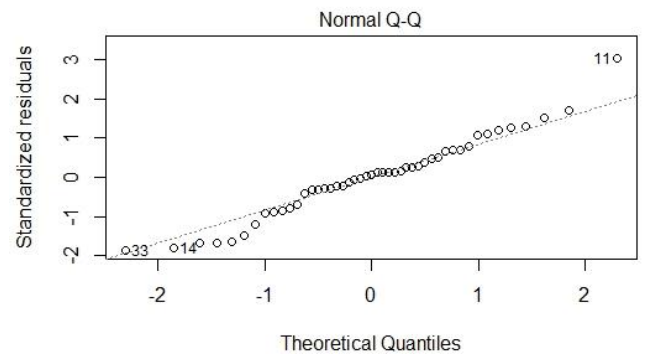
D. Cultures répertoriées en 2017 sur les parcelles d'essais.



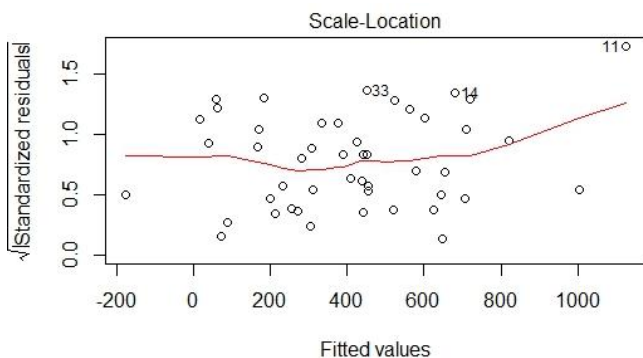
E. Hypothèses du modèle de régression linéaire multiple pour le sorgho



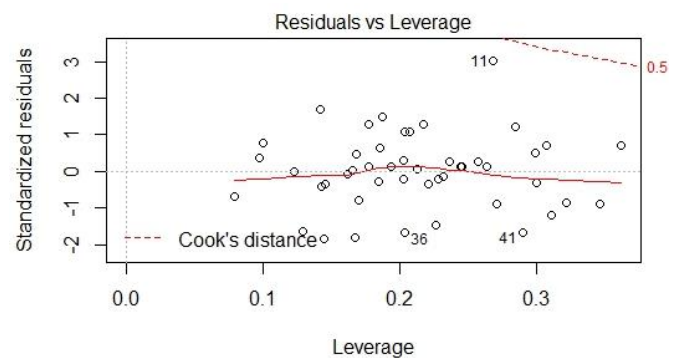
La ligne rouge correspond à la ligne de tendance des résidus. Elle se rapproche de la ligne pointillée. On considère donc qu'il y a **indépendance** des résidus. Les données se placent aussi autour de 0, les résidus sont bien **répartis autour de la moyenne**. La donnée 11 s'écarte significativement de la ligne pointillée mais, au vu des données, elle ne peut être considérée comme outliers.



Test de **normalité des résidus**: si les données se concentrent autour de la droite de pente 1, l'hypothèse de normalité est acceptée. Dans notre cas, les données 11 et 14 posent quelques problèmes mais cela reste acceptable et le modèle ne sera pas trop influencé par cette donnée.



L'hypothèse d'**homogénéité des résidus** est acceptée si les points sont globalement distribués dans un rectangle. C'est le cas ici. Le test de Breusch-Pagan confirme cette hypothèse.



La distance de Cook nous montre quel(s) point(s) ont le plus d'influence dans le modèle. Ici, les données 11, 36 et 41 sont importantes. La première a une réponse à la fertilisation microdose relativement importante, de 2000 kg de grains secs/ha et la donnée 41 a une réponse de 240 kg de grains secs/ha. La donnée 36 a la réponse à la fertilisation microdose la plus faible (-450 kg de grains secs/ha).

F. Valeurs des facteurs d'inflation de la variance pour le sorgho

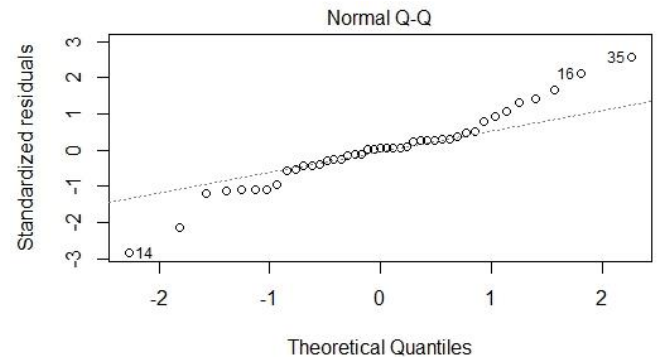
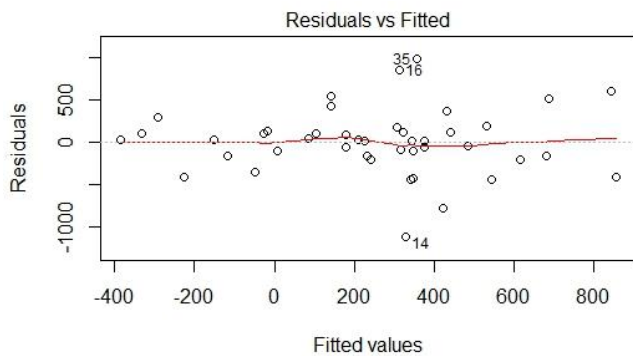
Tableau des FIV pour le sorgho, avec retrait de la donnée 15. Toutes les variables sont incluses dans le modèle. Modèle après la régression stepwise.

	GVIF
Rendement.temoin..kg.grain.sec.ha.	1.57
elevation..m.	2.81
annee.depuis.la.mise.en.culture	1.88
occupation.du.sol.environnant	2.36
Application.NPK.l.annee.precedente	1.89
classe.enherbement	1.78
Incidence.du.striga	1.41
semis	1.60

Tableau des FIV pour le sorgho, avec retrait de la donnée 15 et des variables « application de NPK en 2017 », « caractéristiques de surface » et « distance depuis la concession ». Modèle après la régression stepwise.

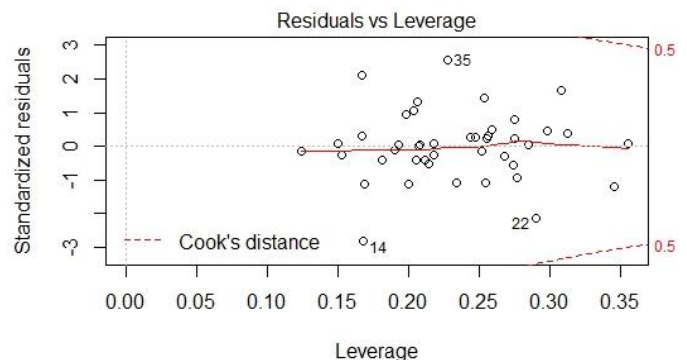
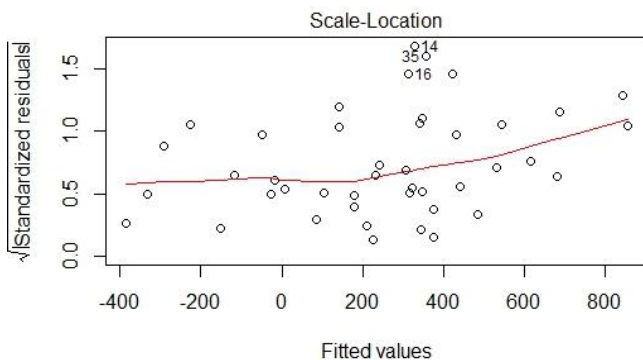
	GVIF
elevation..m.	3.53
annee.depuis.la.mise.en.culture	1.76
topographie_parcelle	2.29
occupation.du.sol.environnant	2.48
Incidence.du.striga	1.26
semis	1.97

G. Hypothèses du modèle de régression linéaire multiple pour le maïs



Les résidus se situent aléatoirement autour de la moyenne, il y a **indépendance des résidus**. Les données 14, 16 et 35 se situent à l'écart mais, ne se trouvant pas aux extrémités de la figure, elles ne posent pas trop de problème. Ces données ont des réponses de 680 et de 1333 kg de grains secs/ha pour les données 16 et 35 respectivement. La données 14 a une réponse de -480 kg de grains secs/ha.

L'hypothèse de **normalité des résidus** est difficilement acceptée, certaines données se situant autour de la droite de pente 1.



L'hypothèse d'**homogénéité des résidus** est acceptée si les points sont globalement distribués dans un rectangle. C'est le cas ici. Le test de Breusch-Pagan confirme cette hypothèse.

La distance de Cook nous montre quel(s) point(s) ont le plus d'influence dans le modèle. Ici, les données 14, 22 et 35 sont importantes.

H. Valeurs des facteurs d'inflation de la variance pour le maïs et R^2 pour les modèles correspondants

Tableau des FIV pour le maïs. Toutes les variables sont incluses dans le modèle. Modèle après la régression stepwise.

	GVIF
Rendement.temoin..kg.grain.sec.ha.	1.88
profondeur.de.sol..cm.	2.8
dist.concession	8.03
topographie_paysage	8.09
occupation.du.sol.environnant	5.33
classe.enherbement	1.64
pluviometrie.sur.la.pperiode.critique	1.92

Les valeurs en rouge représentent des FIV trop élevés.

$R^2= 0,57$

Tableau des FIV pour le maïs, avec retrait de la variable « topographie du paysage ». Modèle après la régression stepwise.

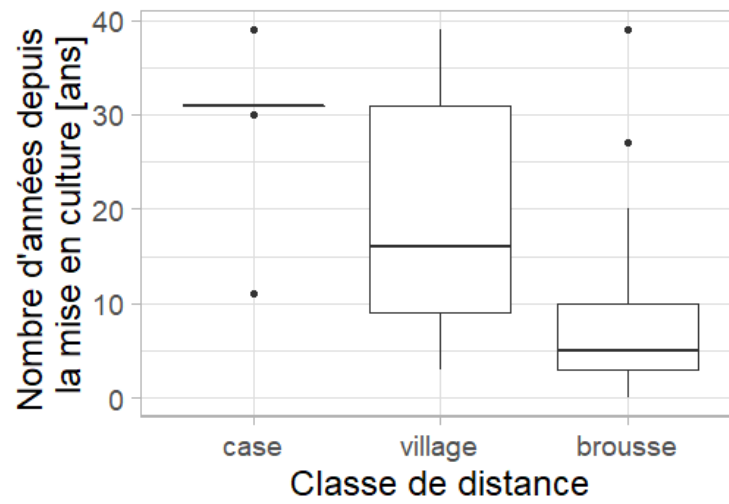
	GVIF
Rendement.temoin..kg.grain.sec.ha.	1.63
profondeur.de.sol..cm.	3.29
dist.concession	4.01
caracteristique.de.surface	4.64
occupation.du.sol.environnant	4.64
classe.enherbement	1.45
pluviometrie.sur.la.pperiode.1	1.47

$R^2=0,52$

Tableau des FIV pour le maïs, avec retrait des variables « topographie du paysage » et « occupation du sol environnant ». Modèle après la régression stepwise.

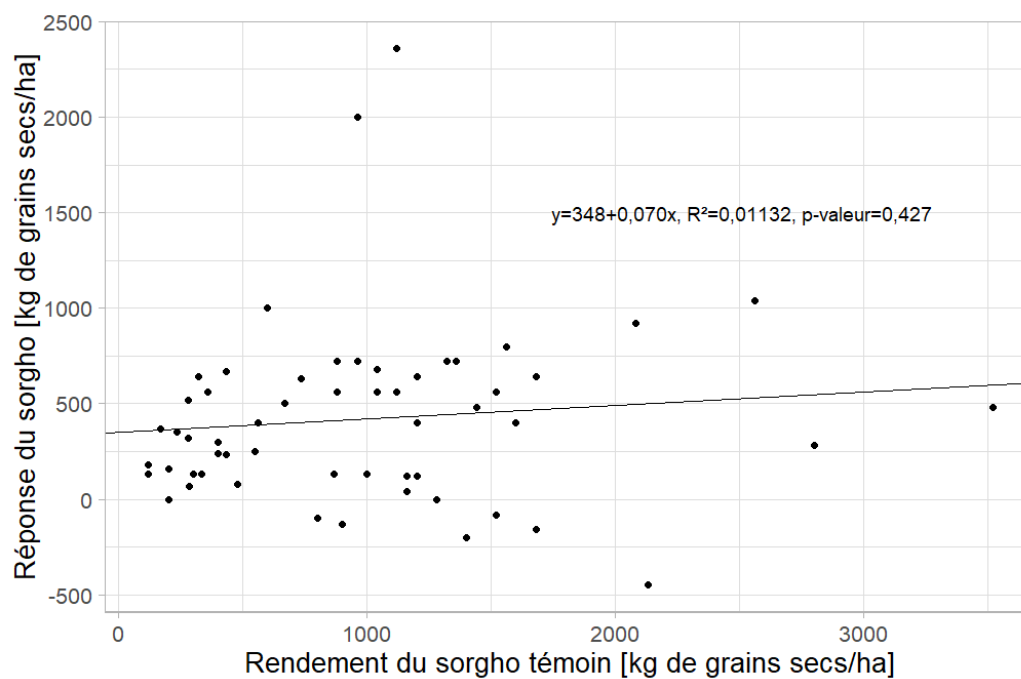
	GVIF
elevation..m.	1.87
dist.concession	2.63
caracteristique.de.surface	1.84
classe.enherbement	1.37
pluviometrie.sur.la.pperiode.critique	1.81

I. Boite à moustache : Année depuis la mise en culture-distance depuis la concession pour le maïs



J. Modèle linéaire simple entre le rendement témoin et la réponse à la fertilisation microdose pour le sorgho et le maïs

Sorgho



Maïs

