



Club
AGRI-ACTION
de la Montérégie inc.

Implantation en dérobée de
légumineuses annuelles et
réponse du maïs.

Jeanne Tremblay et Carl Bérubé, agr.

Collaboration

- Jeanne Tremblay, agr.
- Stéphanie Mathieu, MAPAQ
- Sylvie Thibaudeau, Club Bassin de la rivière Laguerre
- Ricardo Manzano, Novaterre
- Josée Bonneville, MAPAQ
- Producteurs
 - Daniel Guay
 - Jérôme Quesnel
 - Daniel Séguin
 - Jean-Charles Landry
- Groupe Pleine Terre inc.

Collaboration

- Gilles Tremblay, CÉROM
- Anne Vanasse, Université Laval

Projet en bref

- Réseau d'essai sur 4 entreprises, 2 ans d'implantation
- Semis en dérobé
- Légumineuses annuelles: production d'azote
- Choix des sites
 - Pas d'engrais de ferme
 - Pas de nivellement
 - Précédent cultural: céréale (printemps ou automne)
- Financement
 - MAPAQ, PADAAR (14,8 k\$)
 - Contribution nature des producteurs

**Agriculture, Pêcheries
et Alimentation**

Québec 

Participants

- Daniel Guay, St-Bernard
- Jean-Charles Landry, Napierville.
- Daniel Séguin, St-Rédempteur
- Luc Bellefroid, St-Anicet
- Jérôme Quesnel, St-Stanislas de Kotska

CC en dérobé, légumineuses

- Espèces annuelles (pois, vesces, trèfles ...)
- AVANTAGES
 - Meilleures conditions d'ensemencement
 - Semer
 - Ne « vivote » pas sous la culture ...
 - Bonne biomasse
 - Valorisation d'engrais de ferme
 - Désherbage préalable
 - Pas d'interférence sur la récolte de la céréale
 - Probablement détruite par l'hiver
- DÉSAVANTAGES
 - Courte période pour établissement
 - Établissement difficile en sécheresse
 - Coût d'implantation plus élevé

Implantation: bilan 2015-2016



Espèces semées

Choix d'espèce pour culture de couverture en dérobé. Implantation 2015.

Parcelle	description	taux	prix	coût
		kg/ha	\$/kg	\$/ha
P40	Pois 4010	120	1	120
PN	Pois autrichien	50	1,76	88
PA-K	Pois 4010	60	1	60
PA-K	Radis fourager NITRO	3	5,5	16,5
TA	Trèfle D' Alexandrie (égyptien)	12	7,72	92,64
TI	Trèfle incarnat	12	4,44	53,28
VC	Vesce de cahaba	27	3	81

Portrait global de l'implantation de la culture de couverture (2015).

	Guay	Quesnel	Séguin	Landry
classe texturale	loam limoneux	loam argileux	Argile	Argile limoneuse
série de sol	Corbin	St-Anicet	Rideau	Ste-Rosalie
semoir	JD 1590	GP-CPH	JD 750	JD 1590
paille récoltée	non	oui	non	oui, fauché haut
tr de sol avant semis	oui	CPH	oui	non
herbicide avant le semis	non	Round Up	Round Up	non
ppt 10 jours avat semis (mm)	2	21	?	7
date de semis	2015-08-10	2015-08-26	2015-08-30	2015-09-08
ppt 10 jours après semis (mm)	69	0	25	44
commentaire			Tard. Semis direct long terme, beaucoup de résidus, sol compact	Tard. Beaucoup de paille au sol.
implantation	excellente	excellente	médiocre	médiocre
Biomasse total incl blé volontaire (kg m.s./ha)	2714	1607	289	240

Tableau 2. Portrait global de l'implantation de la culture de couverture automne 2016.

	Guay	Bellefroid	Séguin	Landry
classe texturale	loam limoneux	argile	argile lourde	Loam limono-argileux
série de sol	Corbin	Ste-Rosalie	Rideau	St-Blaise
semoir	JD 1590	Vaderstad	JD 750	JD 1590
paille récoltée	oui	oui	non	oui
tr de sol avant semis	oui	oui	non (tasse-résidus)	oui
herbicide avant le semis	non	non	non	non
ppt 10 jours avant semis (mm)	3	45		12
date de semis	2016-08-08	2016-07-30	2016-08-17	2016-09-17
ppt 10 jours après semis (mm)	38	2		18
commentaire	Travail de sol avant semis CC	Semoir avec coutres intégrée	site moyen-bon (égouttement de surface). Implantation par bandes au 76 cm	Tard
implantation	excellente	excellente	modérée	faible
Biomasse total incl blé volontaire excluant témoin (kg m.s./ha)	2603	2729	931	725



Séguin 2016

Pois 4010



Pois 4010 + RF



Trèfle incarnat



Vesce de cahaba

Témoin: blé
d'automne volontaire
ou RG

Tendance 2015-2016 - Ray grass (témoin)

- Belle implantation
- Biomasse faible (de l'ordre de 1,5Tm m.s./ha)
- Faible teneur/apport en azote


Pois fourrager

Observations 2015-2016

- Forte biomasse
- Excellente implantation et recouvrement
- Teneur en N élevée
- 2015: gel hâtif
- 2016: a poussé jusqu'en novembre..
- Faire attention aux sclérotés..

Pois fourrager

culture de couverture (CC)	Pois 4010					
Année		2015		2016		
producteur		Quesnel	Guay	Séguin	Guay	Bellefroid
date de semis		2015-08-26	2015-08-10	2016-08-27	2016-08-08	2016-07-30
population CC1	pl/m2	73	93	39	80	83
population blé volontaire	pl/m2	20	147	72	66	315
recouvrement de la CC (visuel)	%	98	83	40	100	92
hauteur de la CC	cm	60	115	51	108	123
biomasse base sèche	kg/ha	2368	3597	1154	4693	4500
N immobilisé	kg N/ha	92	141	40	165	147



Pois fourrager et radis
fourrager

Observations 2015-2016

- 50% taux de semis du pois
- Excellente biomasse
- Inférieur au pois pur (M.S. et teneur en N)
- Moins tendance à la formation de sclérotés
- Meilleure macroporosité du sol

Pois fourrager et radis
fourrager

culture de couverture (CC)		Pois 4010 + Radis fourrager				
Année		2015		2016		
producteur		Quesnel	Guay	Séguin	Guay	Bellefroid
date de semis		2015-08-26	2015-08-10	2016-08-27	2016-08-08	2016-07-30
population CC1	pl/m2	54	37	43	36	30
population CC2	pl/m2	26	43	9	35	52
population blé volontaire	pl/m2	28	140	49	77	87
recouvrement de la CC (visuel)	%	100	87	47	95	95
hauteur de la CC	cm	60	107	49	91	107
biomasse base sèche	kg/ha	2403	3511	1228	2844	3857
N immobilisé	kg N/ha	89	105	41	83	75

Pois autrichien

Observations 2015-2016

- Implantation variable
- Biomasse moyenne
- Belle nodulation et forte teneur en N
- NO₃ élevée
- Tolérant au froid (peut passer l'hiver..)
- Taux de semis réduit mais plus coûteux

Pois autrichien

culture de couverture (CC)		Pois autrichien				
Année		2015		2016		
producteur		Quesnel	Guay	Séguin	Guay	Bellefroid
date de semis		2015-08-26	2015-08-10	2016-08-27	2016-08-08	2016-07-30
population CC1	pl/m2	64	65	66	43	39
population blé volontaire	pl/m2	38	145	60	89	340
recouvrement de la CC (visuel)	%	82	73	56	60	47
hauteur de la CC	cm	23	61	23	53	58
biomasse base sèche	kg/ha	2163	1943	1159	1920	2286
N immobilisé	kg N/ha	75	77	48	51	128

Trèfle d'Alexandrie

Observations 2015-2016

2015: -Implantation moche

- Population et biomasse faible

-Gel hâtif

2016 : -excellente implantation
(conditions sèches profitables?)

-Bonne population et biomasse

-Gel hâtif

En intercalaires.. Pas mieux!

Essai en plante abri de la luzerne.

Trèfle d'Alexandrie

culture de couverture (CC)		Trèfle égyptien				
Année		2015		2016		
producteur		Quesnel	Guay	Séguin	Guay	Bellefroid
date de semis		2015-08-26	2015-08-10	2016-08-27	2016-08-08	2016-07-30
population CC1	pl/m2	179	117	495	287	305
population blé volontaire	pl/m2	26	280	131	106	337
recouvrement de la CC (visuel)	%	38	8	15	73	70
hauteur de la CC	cm	22	31	10	50	57
biomasse base sèche	kg/ha	889	1377	734	2009	1875
N immobilisé	kg N/ha	33	34	22	71	45


Trèfle incarnat

Observations 2015-2016

- Belle implantation
- Moins de variabilité que TÉ
- Racines pivotantes et belle couverture de sol
- Repousse après la coupe
- Tolérance au température froide
- Apport d'azote moyen
- Popularité grandissante (en intercalaires aussi!)

Trèfle incarnat

culture de couverture (CC)		Trèfle incarnat				
Année		2015		2016		
producteur		Quesnel	Guay	Séguin	Guay	Bellefroid
date de semis		2015-08-26	2015-08-10	2016-08-27	2016-08-08	2016-07-30
population CC1	pl/m2	174	102	233	174	260
population blé volontaire	pl/m2	58	165	107	47	287
recouvrement de la CC (visuel)	%	68	55	17	88	77
hauteur de la CC	cm	10	20	8	19	25
biomasse base sèche	kg/ha	1405	2011	485	2240	2929
N immobilisé	kg N/ha	50	55	13	72	83



Vesce de cahaba

Observations 2015-2016

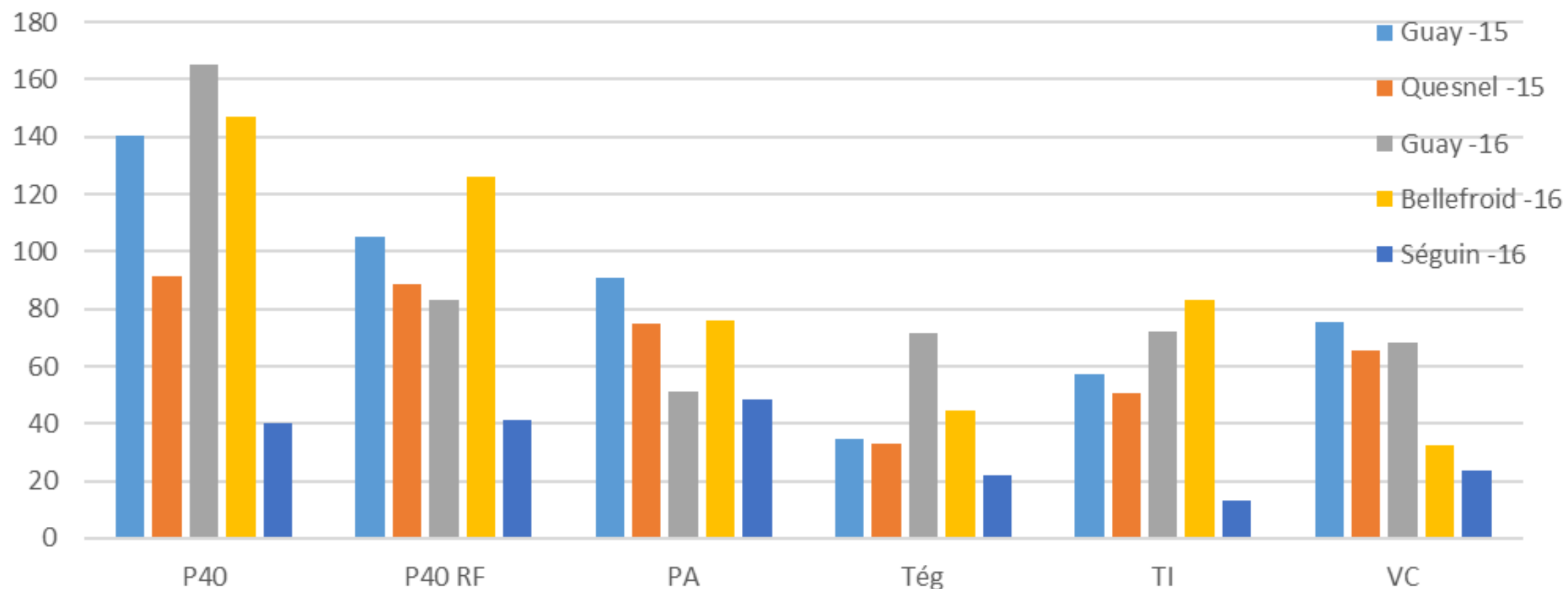
- Belle implantation
- Biomasse faible
- Teneur en N moyenne
- Tolérance au froid

Comparable au pois autrichien

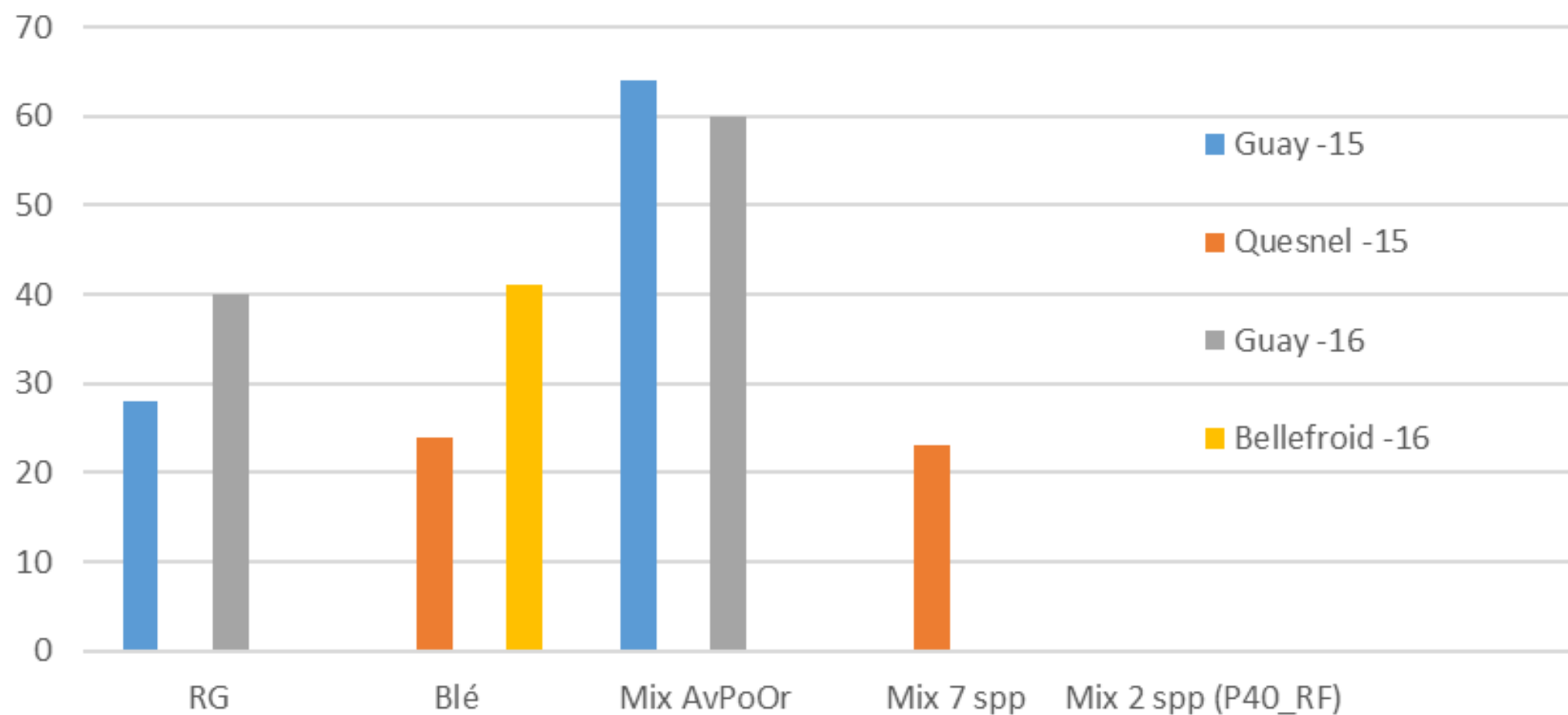
Vesce de cahaba

culture de couverture (CC)		Vesce de cahaba				
Année		2015		2016		
producteur		Quesnel	Guay	Séguin	Guay	Bellefroid
date de semis		2015-08-26	2015-08-10	2016-08-27	2016-08-08	2016-07-30
population CC1	pl/m2	85	82	49	44	40
population blé volontaire	pl/m2	7	393	199	95	300
recouvrement de la CC (visuel)	%	88	75	20	86	83
hauteur de la CC	cm	10	29	25	51	58
biomasse base sèche	kg/ha	1812	1573	828	1914	929
N immobilisé	kg N/ha	65	49	23	68	32

Graphique 1. Azote immobilisée dans les biomasses 2015-16 (kg N/ha)



Graphique 2. Azote immobilisée dans les biomasses des témoins et tests supplémentaires 2015-16 (kg N/ha)



Demie



Trèfle incarnat

Guay: 20 octobre



Trèfle incarnat



Radis fourrager



Pois d'autriche

Observations

- Automne généreux 2015 ET 2016
- Croissance tardive:
 - Pois autrichien
 - Vesce de cahaba
 - Trèfle incarnat
- Biomasses présentées
 - Exclu: masse racinaire
 - Inclu repousse de céréales
 - Date d'évaluation: attention à la croissance automnale chez certaines espèces ...

Analyse foliaire: notes supplémentaires

- Pas standardisée: contenu en N
- C/N: colloque Santé des sols (janvier 2016)
 - Conférencier A: c/n de 50 = « top » !
 - Conférencier B: c/n = bof ...
 - C/N mesurés:
 - P₄₀: 11,5
 - PA: 11,6
 - P₄₀_RF: 15
 - Tég: 17,8
 - Ti: 16,4
 - VC: 14,5
 - Ctl (RG): 27,9

Appréciation 2015 et 2016

Culture	Coût	Teneur en N	Rapport C/N	Biomasse	Tolérance au froid
P ₄₀₁₀	+++	+++	+	+++	++
P ₄₀₁₀ +RF	+	++ 1/2	++	+++	++
PA	++	++	+	++	+++
TÉg	++	+	++	+	+
Tinc	+	+	++	++	++
VC	++	++	+	++	+++
RG (Ctl)	+	+	+++	+	++

Conclusion, implantation

- Le succès des cultures de couverture (CC) est lié à la mise en place et les précautions prises lors de la mise en place des parcelles.
- En général, les résultats de recherche suggèrent de mélanger des espèces avec des adaptations climatiques différentes. Ceci permettra de profiter des variations climatiques dans l'environnement pour la période de croissance de la CC.
- En somme:
 - Grosse vs petite semence
 - Adaptation climat frais vs chaud
 - Mélange de famille (brassicaceae, poaceae, etc)
 - Mélange de système racinaire
 - Etc.

Maïs, réponse: 2016

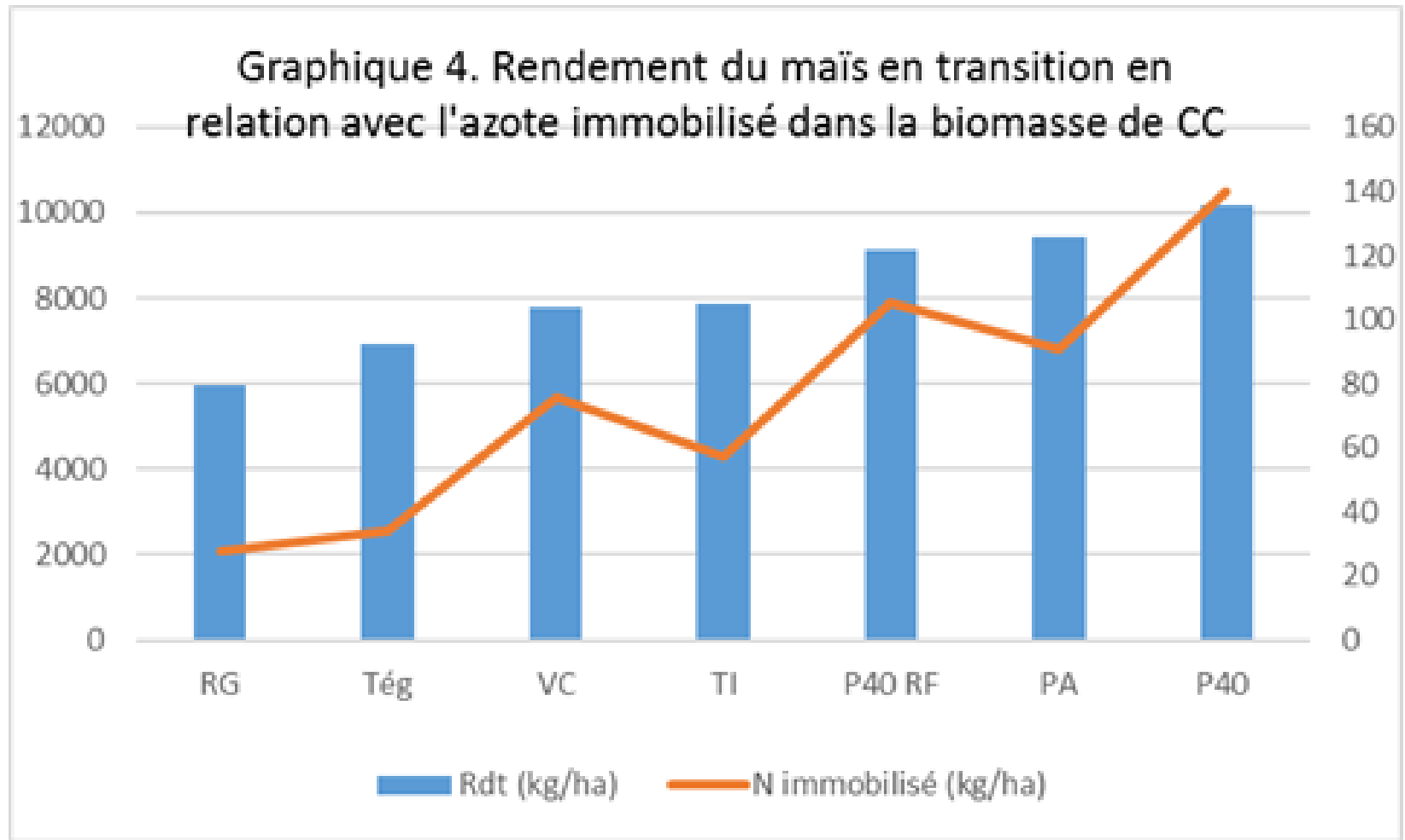


Réponse du maïs aux CC

- Précédent 2015: blé
- Cultures de couvertures (CC):
 - P40, P40_RF, PA, TI, Tég, témoin (RG, Blé)
- 2 contextes de production en 2016
 - Guay: transition bio (pas d'intrants)
 - Quesnel: semis direct (régie conventionnel)

Site Guay

site	Guay
type de sol	loam limoneux
travail de sol	herse à disque et faux semis
variété de maïs	Elite E61C35 et Pi 38N86
utm	2700 et 2675
date de semis	18-mai
population semée (000/ac)	34
désherbage	nombreux passages de houe et sarcloir



NO₃ 06/10 (06/16)

: RG **6 (14)**

VC **13 (16)**

TI **9 (8)**

P₄₀_RF **8 (12)**

PA **16 (19)**

P₄₀ **14 (12)**

Site Quesnel

site	Quesnel
type de sol	loam argileux
travail de sol	aucun
variété de maïs	Pi P057
utm	3000
date de semis	28-avr
population semée (000/ac)	36
désherbage	Brûlage: POST: Converge

Dispositif

Tableau 14. Dispositif mis en place pour établir la courbe de réponse à l'azote, site Quesnel (2016)

traitements	
témoin	témoin (repousse de blé)
VC	vesce de cahaba
TI	trèfle incarnat
PA	pois autrichien
P40	pois fourrager
P40 RF	mix pois et radis fourrager
Dose de N (kg/ha), parcelle témoin	
	42, 80, 120, 160, 200, 240
rep	4
Dose de N (kg/ha), parcelles CC	
	42, 80, 120, 160, 200
rep	3
dimension des parcelles: 8 m * 6 rangs	
récolte : manuelle	

Commentaires sur le site

- Semis hâtif:
 - Semis direct
 - Sol froid
 - CC à la surface du sol
- Levée inégale

99 parcelles (6 rangs*8m), récolte manuelle

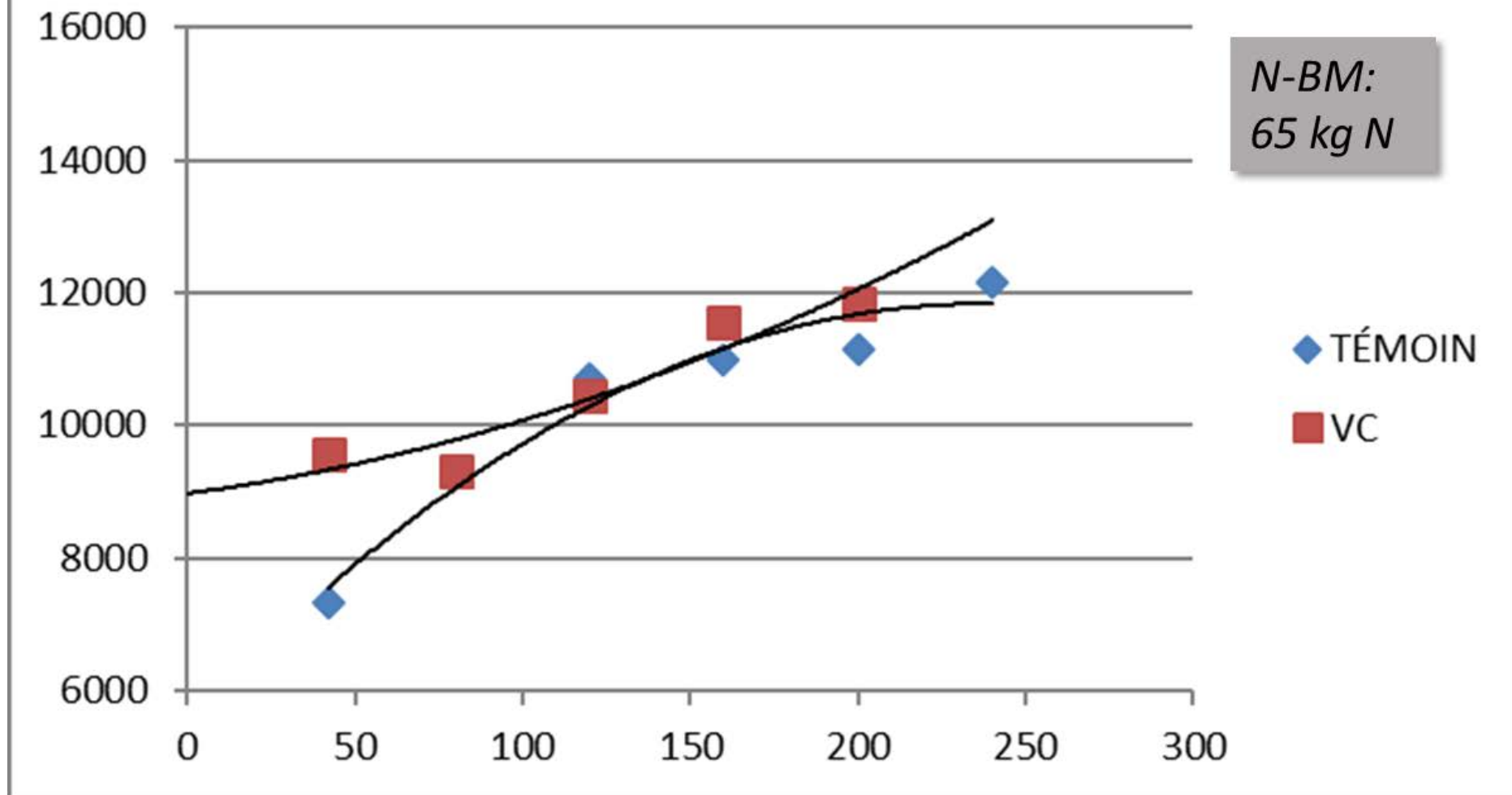




CEROM
CEROM
CEROM

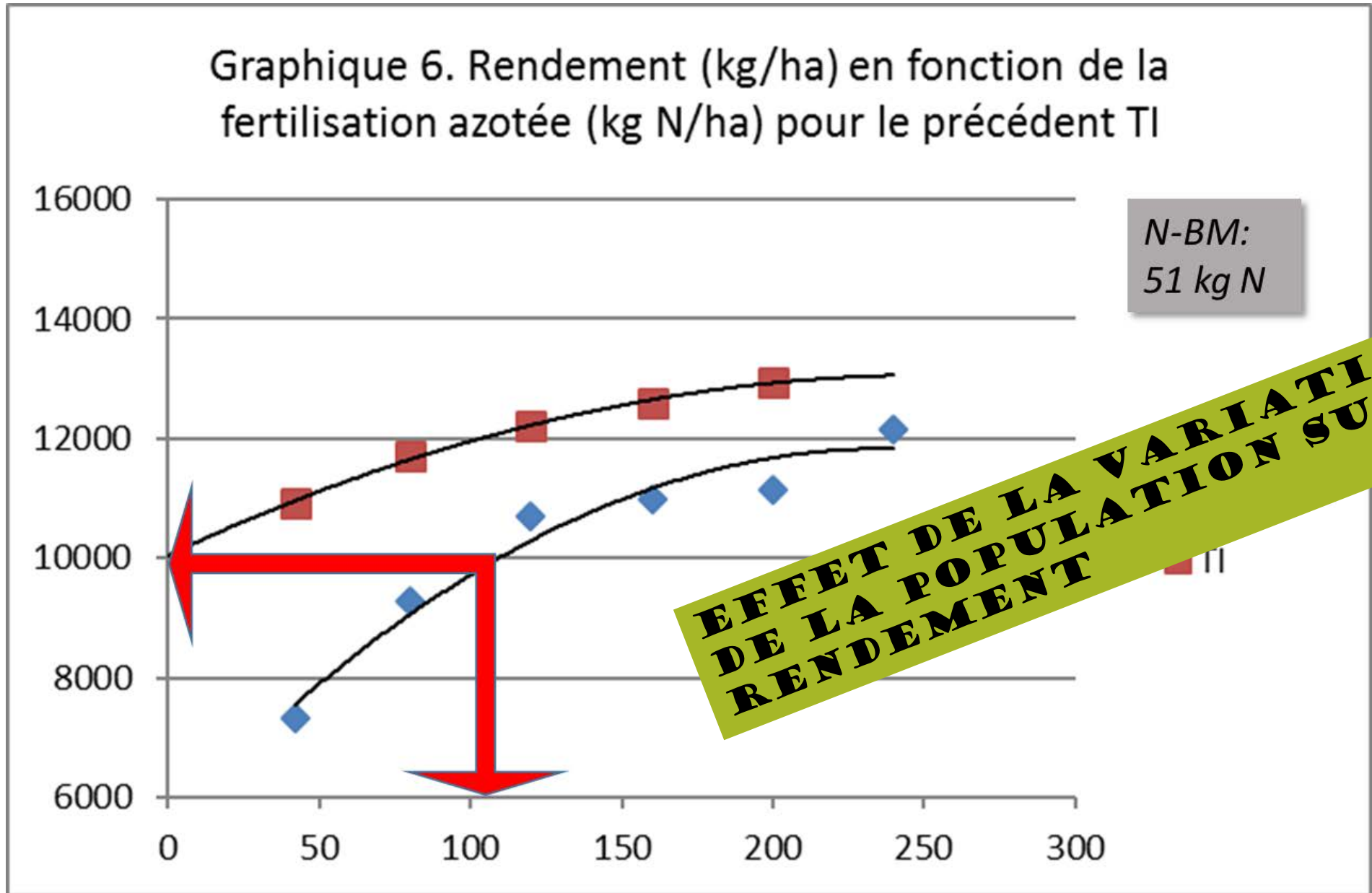
Vesce de Cahaba

Graphique 5. Rendement (kg/ha) en fonction de la fertilisation azotée (kg N/ha) pour le précédent VC



Tr. incarnat

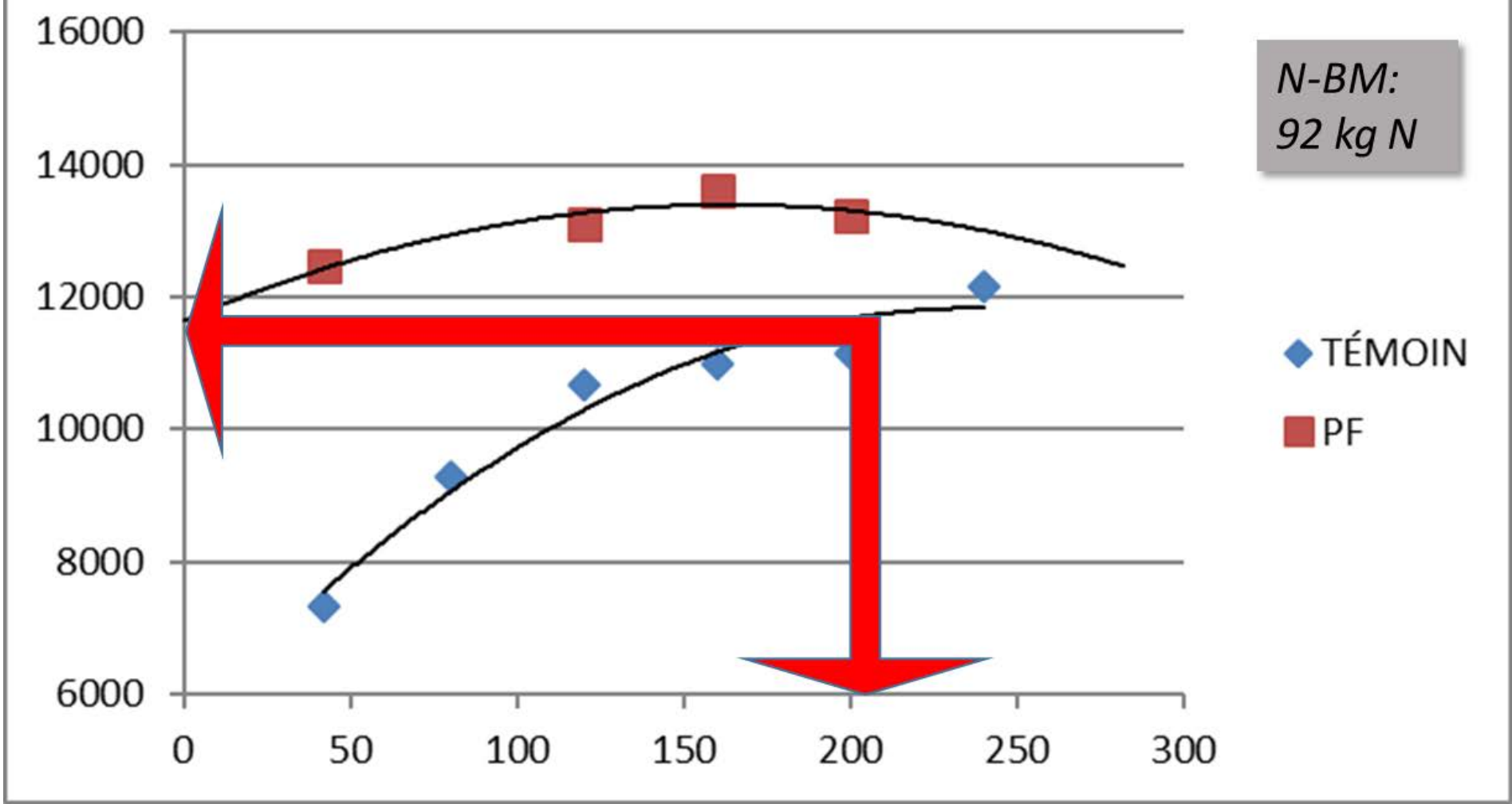
Graphique 6. Rendement (kg/ha) en fonction de la fertilisation azotée (kg N/ha) pour le précédent TI



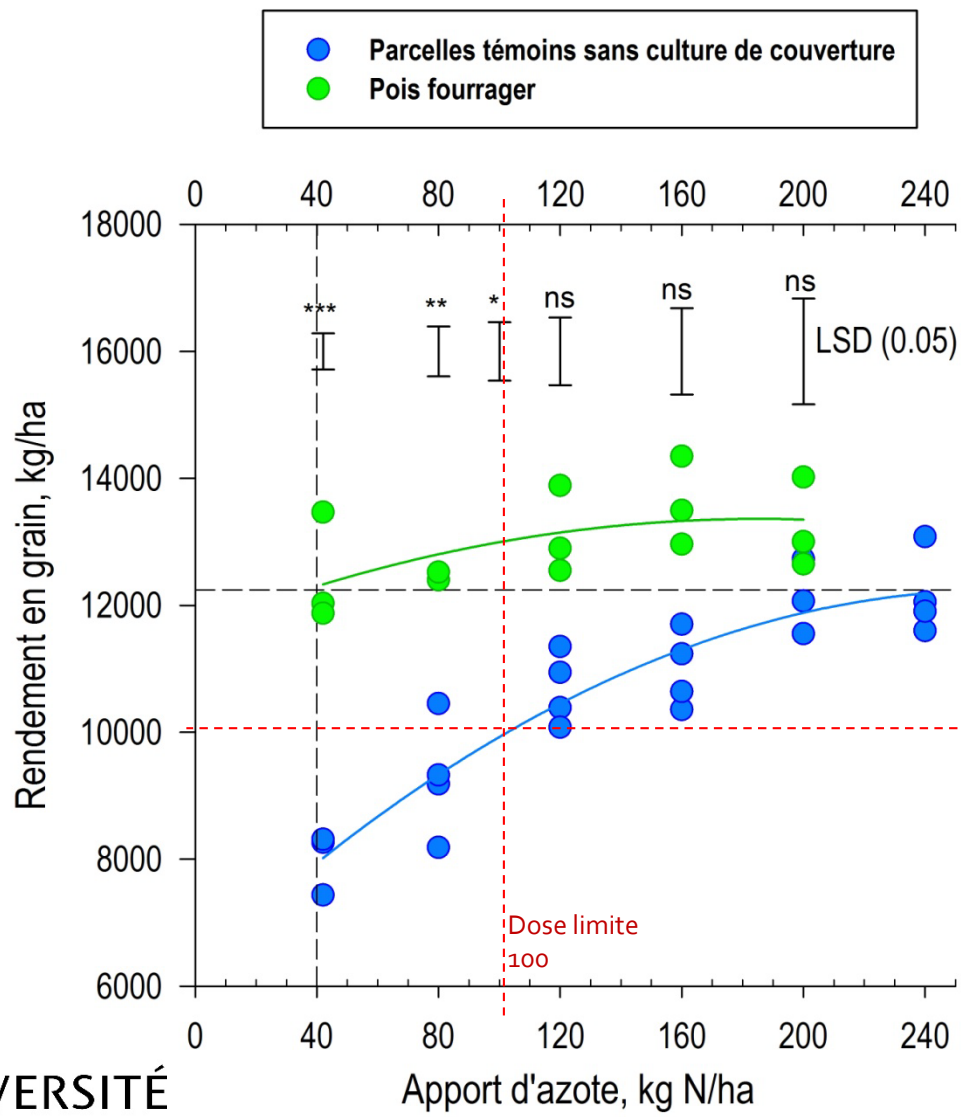
EFFET DE LA VARIATION DE LA POPULATION SUR LE RENDEMENT

Pois fourrager

Graphique 8. Rendement (kg/ha) en fonction de la fertilisation azotée (kg N/ha) pour le précédent P40



Pois fourrager



- Équivalent Minéral (ON) = 198 kg N/ha**
Thilakarathna et al., 2015
 - Pour 0 kg N/ha apporté au maïs
 - Calcul EM = 240-42 (*pointillés noirs*)
 - Économie d'engrais¹: 115 kg N/ha**
¹Analyse régression robuste (SAS)
Dose TI pour rendement maximal = 125 kg N/ha
Dose Témoin pour rendement maximal = 240 kg N/ha
Calcul Économie = 240-125
Adapté de Andraski and Bundy (2005)
 - Dose Limite* : 100 kg N/ha**
Analyse Proc mixed (SAS), test LSD (0.05).
*Dose maximale de N pour laquelle l'effet de l'engrais vert sur le rendement en grain demeure significatif (*pointillés rouges*).
- ↓
- Économie d'engrais (révisé): 140 kg N/ha**
Dose PF optimale = Dose limite 100* kg N/ha (rendement > 12000)
Dose Témoin pour rendement maximal = 240 kg N/ha
Calcul Économie = 240-100

Conclusion

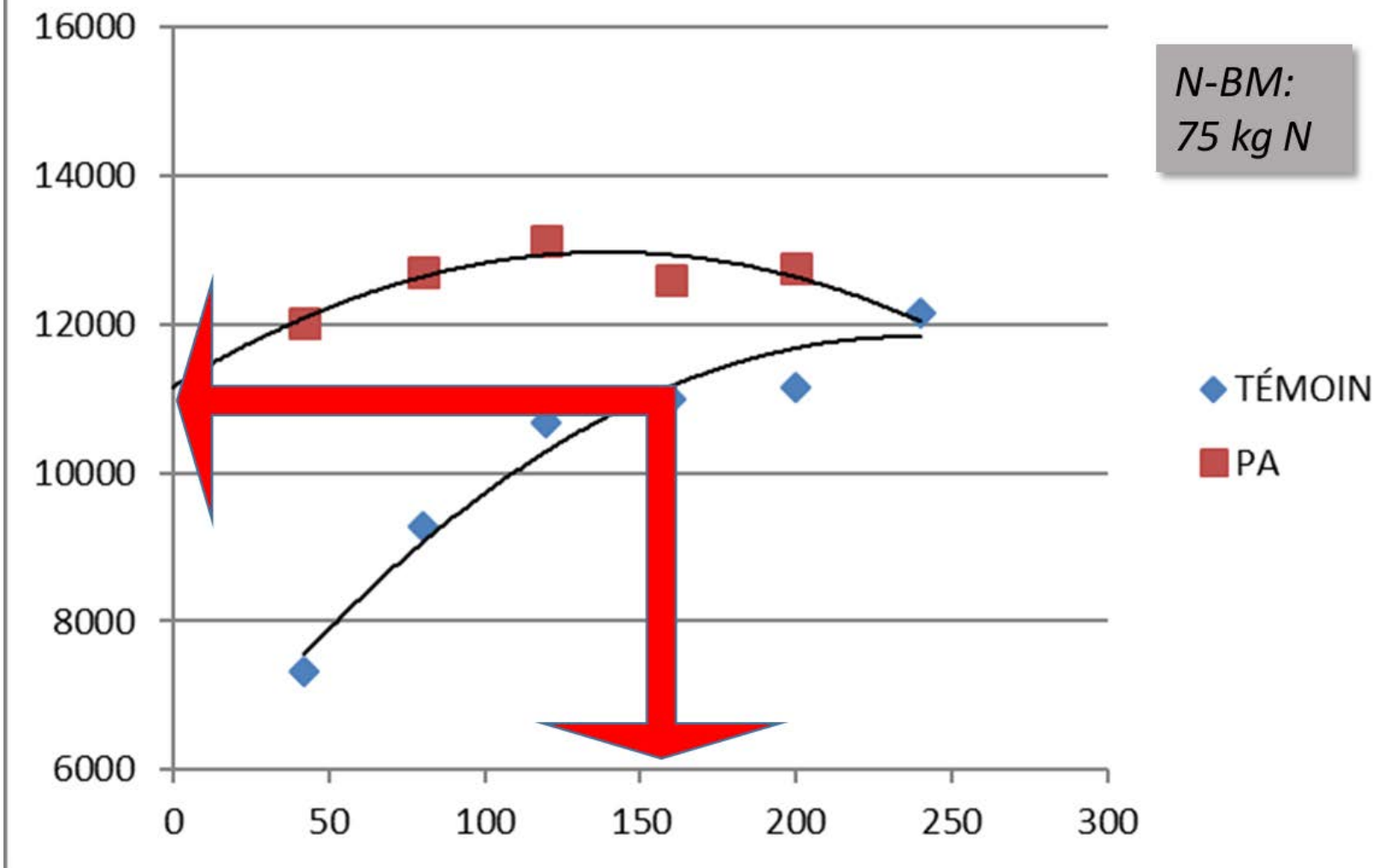
- EM du **Pois fourrager** = 102 kg N/ha
- **Gain de rendement** (N apporté au maïs < 100 kg N/ha)
- **Bon rendement pour la Dose Limite** (> 12000)
- → **Économie d'engrais compris entre 115-140 kg N/ha**



Courtoisie Anne Vanasse

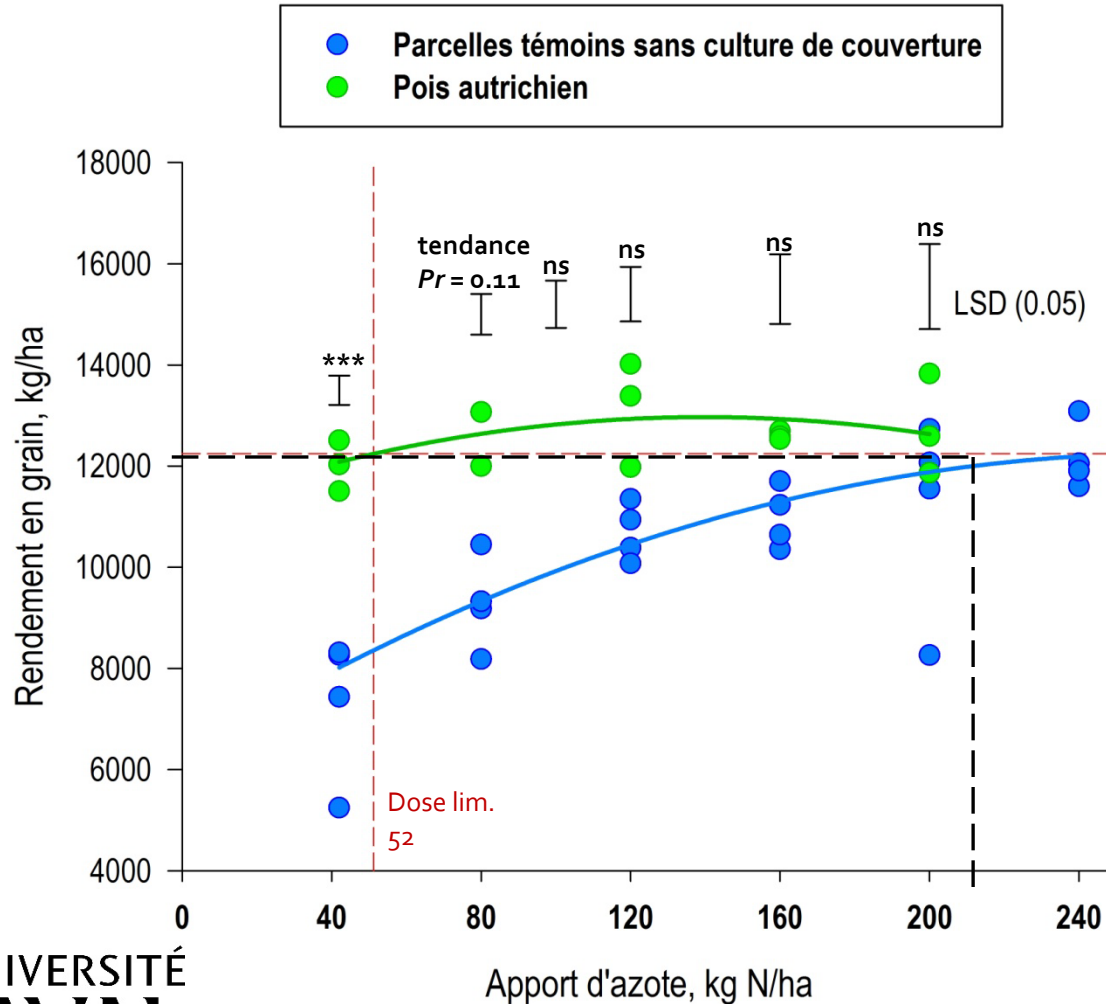
Pois Autrichien

Graphique 7. Rendement (kg/ha) en fonction de la fertilisation azotée (kg N/ha) pour le précédent PA



Pois autrichien

Réponse du rendement en grain (maïs) aux apports d'azote



1. Équivalent Minéral (0N) = 176 kg N/ha

Thilakarathna et al., 2015

- Pour 0 kg N/ha apporté au maïs
- Calcul EM = 218-42 (*pointillés noirs*)

2. Économie d'engrais¹: 116 kg N/ha

¹Analyse régression robuste (SAS)

Dose TI pour rendement maximal = 124 kg N/ha

Dose Témoin pour rendement maximal = 240 kg N/ha

Calcul Économie = 240-124

Adapté de Andraski and Bundy (2005)

3. Dose Limite*: 52 kg N /ha

Analyse Proc mixed (SAS), test LSD (0.05).

*Dose maximale de N pour laquelle l'effet de l'engrais vert sur le rendement en grain demeure significatif (*pointillés rouges*).

Économie d'engrais (révisé): 188 kg N/ha

Dose PA optimale = Dose limite 52* kg N/ha (rendement ≥ 12000)

Dose Témoin pour rendement maximal = 240 kg N/ha

Calcul Économie = 240-52

Conclusion

- EM du **Pois autrichien** = 176 kg N/ha
- Gain de rendement (N apporté au maïs < 58 kg N/ha)
- Bon rendement pour la Dose Limite (> 12000)
- → **Économie d'engrais compris entre 116-188 kg N/ha**

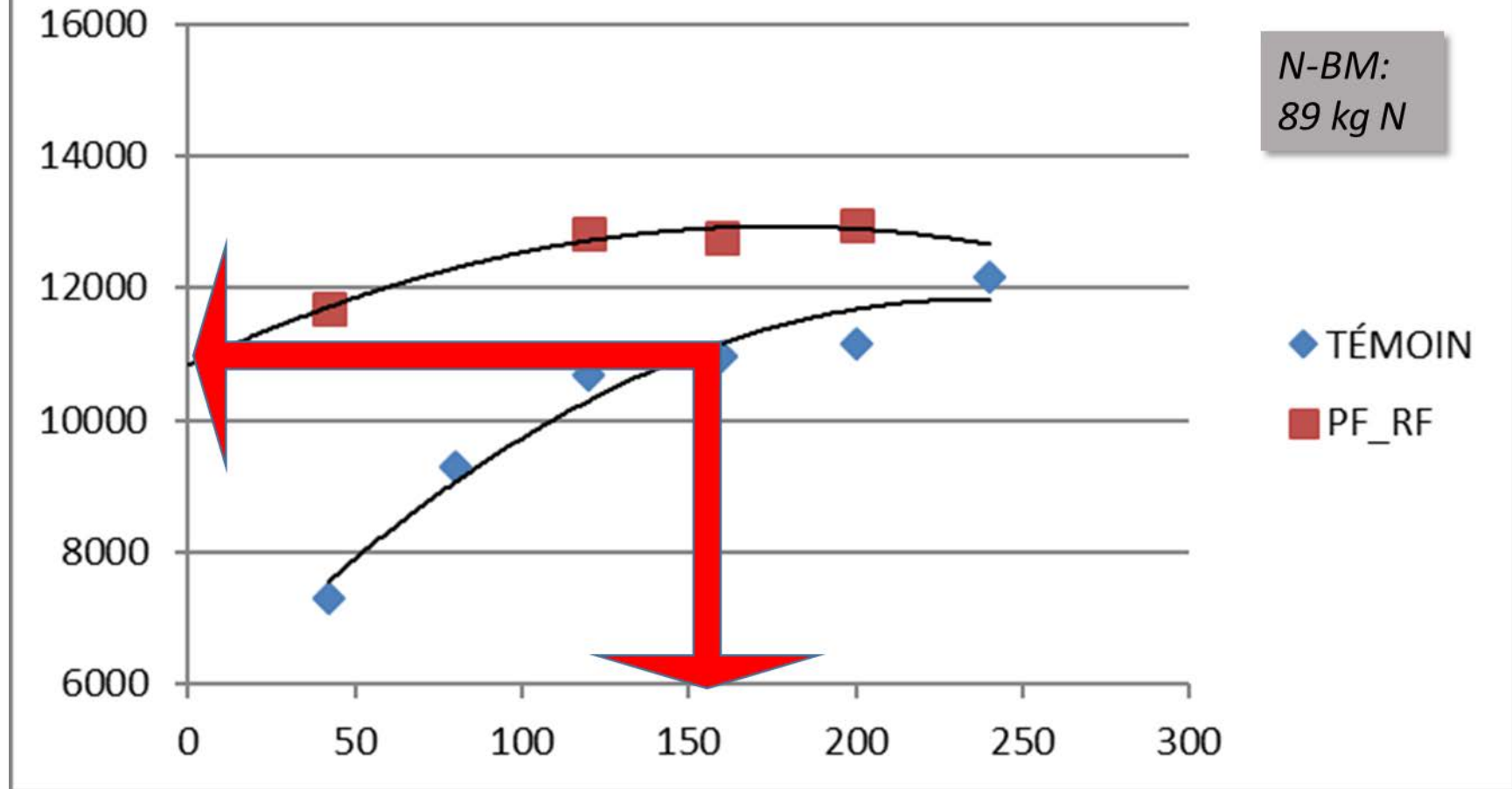


UNIVERSITÉ
LAVAL

Courtoisie Anne Vanasse

P₄₀_RF

Graphique 9. Rendement (kg/ha) en fonction de la fertilisation azotée (kg N/ha) pour le précédent P40 RF



En somme

Site Quesnel. Évaluation de l'AZOTE disponible pour le maïs, récolte 2016.

CC		VC	P40_RF	P40	PA
Biomasse	kg/ha	1812	2403	2368	2163
N (analyse)	%	3,6	3,69	3,87	3,45
N immobilisé	kg/ha	65	89	92	75
N disponible					
simple régression	kg/ha	?	152	205	160
Vanasse : équivalent minéral	kg/ha	?	136	198	176
Vanasse: économie d'engrais	kg/ha	?	115	115	116
Vanasse: dose limite	kg/ha	?	70	100	52

Analyse (suite)

- Généralement: pour une même dose de N, rendement supérieur sur précédent de CC
- L'impact des CC ne se limite pas à l'azote:
 - « Non N effect »
 - Rhizosphère:
 - Agrégation du sol
 - Activité microbienne
 - Etc

Des résultats étonnants

- Un site, une année, comparaison de bandes parallèles ...
- Biomasses exceptionnelles en 2015
 - Producteurs convaincus:
 - Semence, semoir: tout est prêt (semis tôt)
 - Peu/pas de travaux (nivellement, drainage)
- Globalement une excellente année dans le maïs
 - Effet marginale de l'azote minérale saison 2016 (autres dispositifs d'essai portant sur l'N)
- Mise en garde: rendement en micro-parcelle supérieure au rendement batteuse
 - Tout les épis sont battus (piochons)
 - Pas de freinte (perte séchage, manutention)

2017

- Effet des CC sur le maïs grain
 - Dispositif répété chez Daniel Guay
 - Champ 'conventionnel' :
 - Étude réponse maïs sans intrants
 - Étude réponse maïs avec intrants
 - Déchaumage au printemps 2017



Club
AGRI-ACTION
de la Montérégie inc.



*Agriculture, Pêcheries
et Alimentation*

Québec



Clubs **conseils**
en agroenvironnement



Culture de couverture Québec

www.facebook.com/groups/culturesdecouvertureqc/