

# Effets de la fertilisation azotée, phosphatée et potassique sur la croissance, la survie et le rendement du blé et du seigle d'automne : premiers résultats d'essais québécois



Responsable scientifique: Christine Landry, agr., PhD  
Conférencière: Julie Forest-D., M. Sc.

25-26 novembre 2025

**irda** | Institut de recherche  
et de développement  
en agroenvironnement

# Les céréales d'automne au Qc

- Cultures qui gagnent en popularité
  - **En 10 ans**, les superficies ont plus que triplé :
    - Seigle d'automne : 5 500 ha → 17 200 ha
    - Blé d'automne : 9 500 ha → 31 100 ha
- (Statistique Canada, novembre 2025)
- 
- **Nombreux bénéfices** (contribuent objectifs du PAD)
    - Agronomiques (pression des MH)
    - Environnementaux (couverture hivernale, structure du sol)
    - Économiques (rendements supérieurs aux céréales de printemps)



(RAP grandes cultures, août 2024)

# Historique des essais de fertilisation

- À ce jour: pas de grille de référence pour la fertilisation des céréales d'automne
- MAPAQ finance de grands programmes pour mener à de nouvelles grilles de recommandation pour des cultures ciblées
- Programme de soutien aux essais de fertilisation (PSEF): nouvelles grilles céréales (publiées 2021)
  - Blé de printemps
  - Avoine
  - Orge



FERTILISATION DU BLÉ DE PRINTEMPS, DE L'ORGE ET DE L'AVOINE  
Mandat IRDA de révision des valeurs scientifiques de référence en fertilisation du Québec

FASCICULE 04 : Blé de printemps, orge et avoine



Responsable du projet :	Christine Landry
Auteures :	Christine Landry, Claude-Alia Joseph, Stéphanie Houde, Julie Forest-Drolet et Michèle Grenier.
Collaborateurs :	Lélia Anderson, Olivier Breton-Bourgault, Simon Guillemette, Anne-Marie Le Guennec, Catherine Bossé, Alexandre Leblanc, Marianne Crépeau et Julie Desautels.
Produit pour :	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
Date :	Juillet 2021

<https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/agriculture/pratiques-agricoles-environnement/gestion-matieres-fertilisantes/grilles-reference-fertilisation>

# Mandat IRDA

## Mandat actuel (2024-2026)

- Réaliser les protocoles de recherche en concertation avec le milieu
- Faire des essais terrain
  - 2024-2025
- Pérenniser les données dans une base de données



## Poursuite des essais (2026-2029)

- Prolongation en cours avec nouveaux essais établis cet automne (2025-2026)

Mandat IRDA d'établissement des valeurs scientifiques de référence en nutrition des cultures 2023-2026 (MIEVRN)

### Protocole 2025 – Collaborateurs

### Essais de fertilisation NPK - Blé et seigle d'automne (cultures no. 35 et 36)

Date : 20 septembre 2024, dernière modification le 26 août 2025

Responsable scientifique : Christine Landry, agr., biol., Ph. D.

Ce rapport a été produit à l'attention du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

# Pour des valeurs scientifiques robustes: la collaboration

Expertise agronomique



Expertise scientifique



Volet terrain

- Comité d'experts

Julie Boisvert, agr., Club Agri-Durable  
Yvan Faucher, agr., MAPAQ  
Bruce Gélinas, agr., M. Sc., MAPAQ  
Jean Goulet, agr., Semican  
Stéphanie Mathieu, agr., MAPAQ  
Michel McElroy, Ph. D., CÉROM

- IRDA

Christine Landry, agr., PhD  
Julie Forest-Drolet, M. Sc.  
Simon Guillemette, M. Sc.

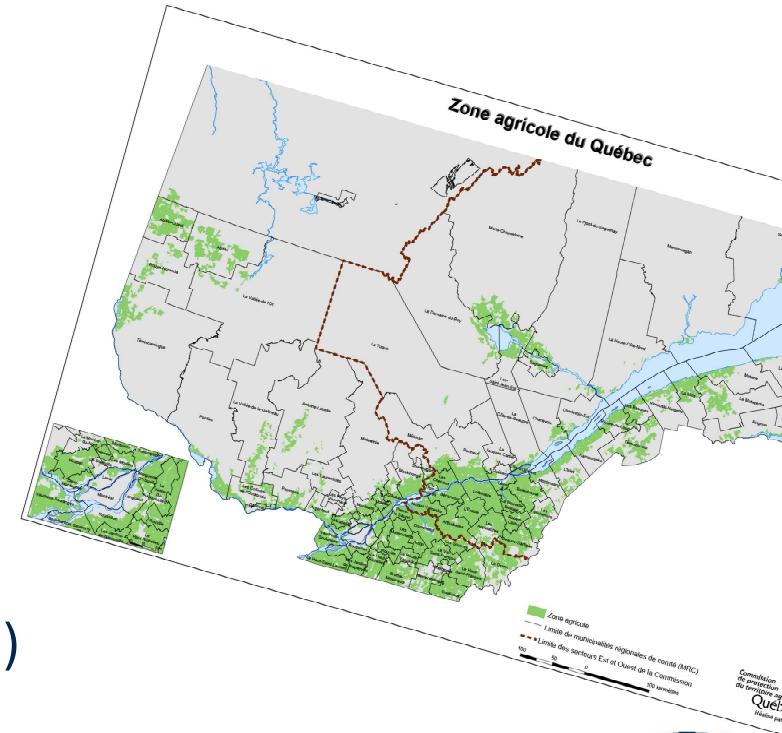
- Conseillers et clubs
- Producteurs
- Centres de recherche



Grille de référence en fertilisation

## Valeurs scientifiques robustes:

- **Nombreuses données** issues de protocoles validés
- Par culture:
  - 30 essais N
  - 30 essais K
  - 15 essais P (blé et seigle combinés)
- **Représentativité** = couvrir une variété de
  - Régions
  - Types de sols (texture, fertilité, MO, etc.)
  - Années – au moins 5 ans



# Critères généraux de sélection des sites

- **Cultivars enregistrés** au Québec (**blé**) ou au Canada (**seigle hybride**)
- Dates de semis visées (zones RGCQ) :
  - **Zone 1**: septembre
  - **Zone 2**: fin août / mi-septembre
  - **Zone 3**: mi-août / mi-septembre
- **Semis en rang** après un travail de sol
- **Aucun apport d'engrais/amendement organique** avant l'essai (incluant les EV)
- **Éléments mineurs** non limitants
  - S à l'automne (2024) ou au printemps (2026)



# Traitements N de fertilisation

ESSAI N	Application		N (kg/ha)							
	Période	Mode	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Avant le semis	À la volée, incorporé	0	0	0	30 + 60	0	0	30 + 90	30 + 90	0
Au printemps, aussitôt que le sol est portant	À la volée	0	60	90	60	120	90	120	90	90
Fin tallage (Z30)	À la volée	0	0	0	0	0	30	0	0	60
Apport total			0	60	90	90	120	120	120	150

- **Courbe : 5 doses N total (dont témoin 0N)**
- **Fractionnement (90 vs 30+60 ou 120 vs 90+30)**

# Traitements N de fertilisation

ESSAI N	Application		N (kg/ha)							
	Période	Mode	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Avant le semis	À la volée, incorporé	0	0	0	30	0	0	30	0	0
Au printemps, aussitôt que le sol est portant	À la volée	0	60	90	60	120	90	90	90	90
Fin tallage (Z30)	À la volée	0	0	0	0	0	30	0	0	60
Apport total			0	60	90	90	120	120	120	150

- **Dose d'appoint** (apport d'un 30N supplémentaire en automne ou Z30)

# Traitements P et K de fertilisation

ESSAI P	Application		$P_2O_5$ (kg/ha)			
	Période	Mode	P1	P2	P3	P4
	Avant le semis	À la volée, incorporé	0	30	60	90
Apport total			0	30	60	90

ESSAI K	Application		$K_2O$ (kg/ha)					
	Période	Mode	T9	T10	T11	T12	T13	T14
	Avant le semis	À la volée, incorporé	0	30	60	30	90	30
Au printemps, aussitôt que le sol est portant		À la volée	0	0	0	30	0	60
Apport total			0	30	60	60	90	90

- Essai K
  - Fractionnement (T11 vs T12 / T13 vs T14)

# Mise en place des dispositifs

- 3 répétitions (blocs)
- But : **30 essais** x 3 rép.  
**Chaque traitement testé 90 fois**
- Finalisés : 3 essais blé et 4 essais seigle.  
**= résultats préliminaires**

**13 % d'avancement**

**Essai K**

T10		
T14		
T12		
T9		
T11		
T13		
T6		
T7		
T4		
T1		
T2		
T8		
T5		
T3		

**Essai N**

BLOC 1      BLOC 2      BLOC 3

# Paramètres sol et plants

- **Nitrate du sol automne vs printemps**
- **Nbr plants + nbr talles**
- **Nb d'épillets par épis**
- **Survie hivernale et Verse**
- **Rendement grain et % Hum**
- Hauteur des plants
- Qualité des grains:
  - Teneur en protéines
  - Vomitoxine
  - Poids 1000 grains
  - Poids à l'hectolitre



# Saison 2024-2025

- Belle saison, survie de 90 % et plus dans toutes les parcelles (NPK)

« **Les conditions agroclimatiques** et environnementales observées [...] laissent présager une survie à l'hiver de bonne à très bonne, voire exceptionnelle. »

RAP Grandes cultures, Avertissement No 1, 25 avril 2025

« Bonne ou très bonne survie hivernale pour les céréales d'automne, les prairies, les petits fruits et les pommiers. »

« Mois de juin avec des températures élevées favorables au développement des cultures. **Belle saison en perspective pour les céréales d'automne.** »

FADQ, bilan de mi-saison 2025 de l'assurance récolte

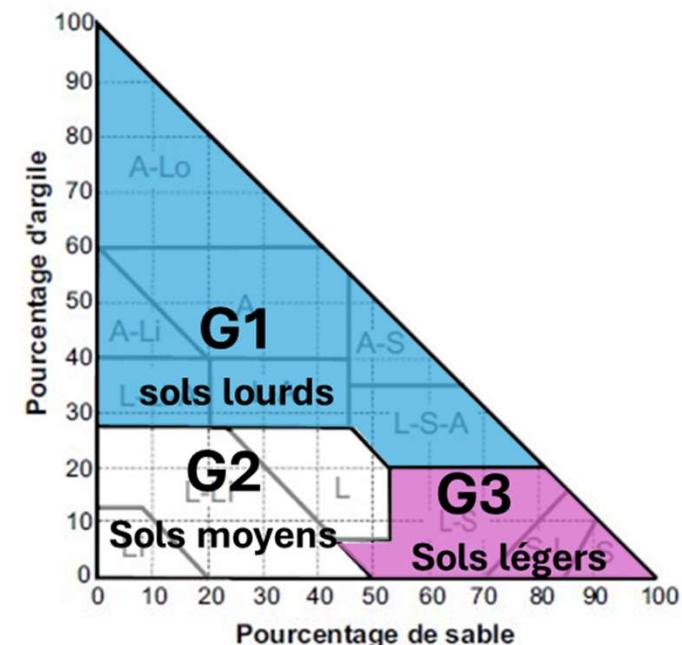


# Essais N

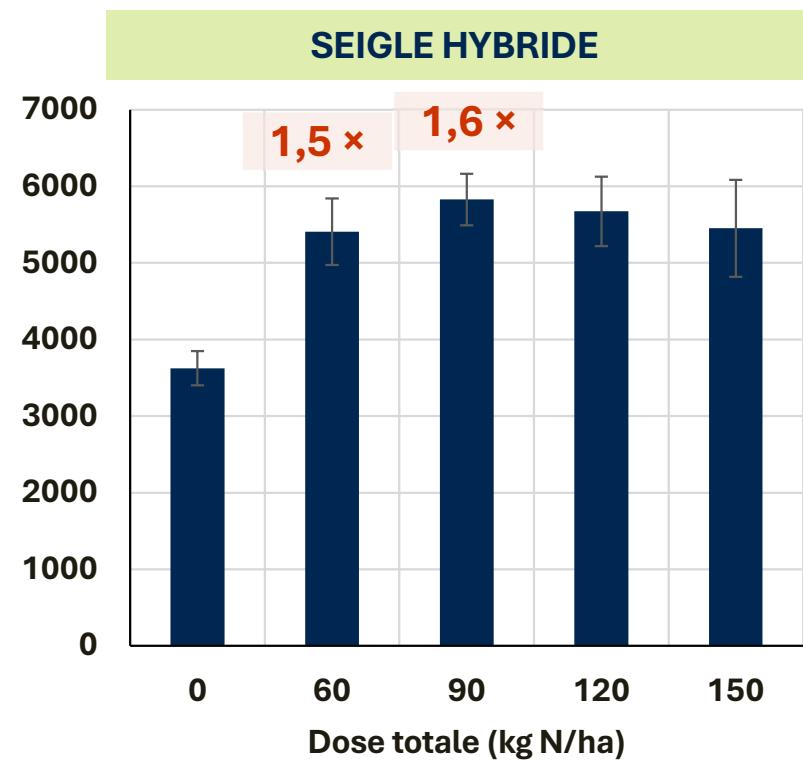
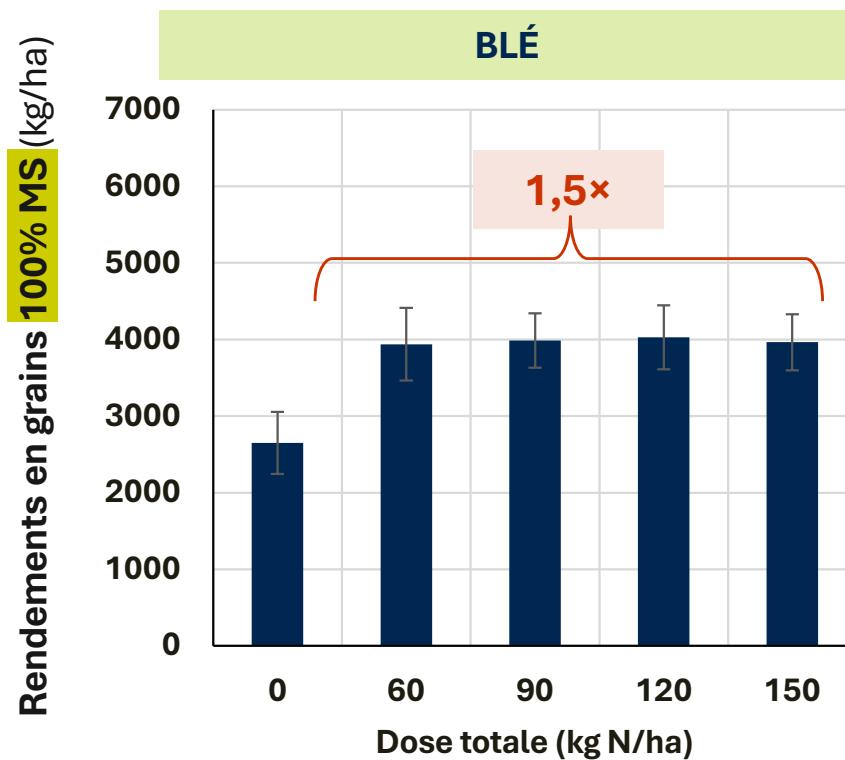


# Présentation des essais N

							$> \sim 4\%$	$> \sim 9\%$
	<b>id</b>	<b>Région</b>	<b>Groupe de texture</b>	<b>pH</b>	<b>MO (%)</b>	<b>ISP (%)</b>	<b>K (ppm)</b>	
<b>Blé</b>	B-1	Estrie	G2	5,5	6,3	2,5	95,2	
	B-2	Montérégie	G1 et G2	5,7	5,3	13,2	206,1	
	B-3	Centre-du-Québec	G3	6,7	7,0	9,4	47,0	
<b>Seigle hybride</b>	S-1	Capitale-Nationale	G3	5,9	3,9	9,2	49,2	
	S-2	Estrie	G3	6,5	4,5	8,6	71,4	
	S-3	Montérégie	G3	6,2	4,5	11,3	159,7	
	S-4	Centre-du-Québec	G3	6,6	6,2	8,6	38,6	

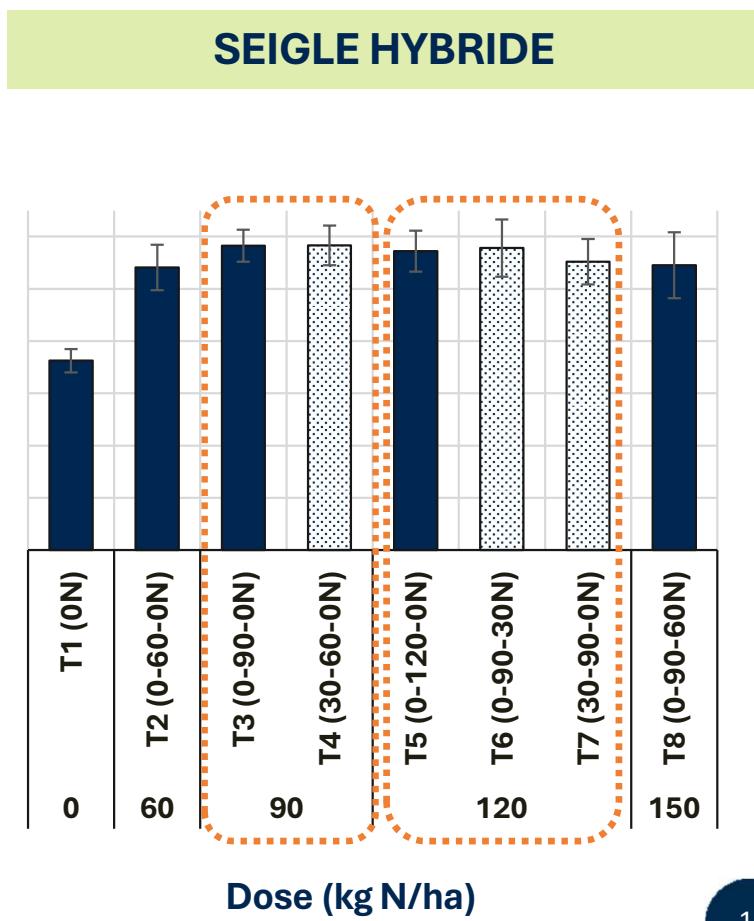
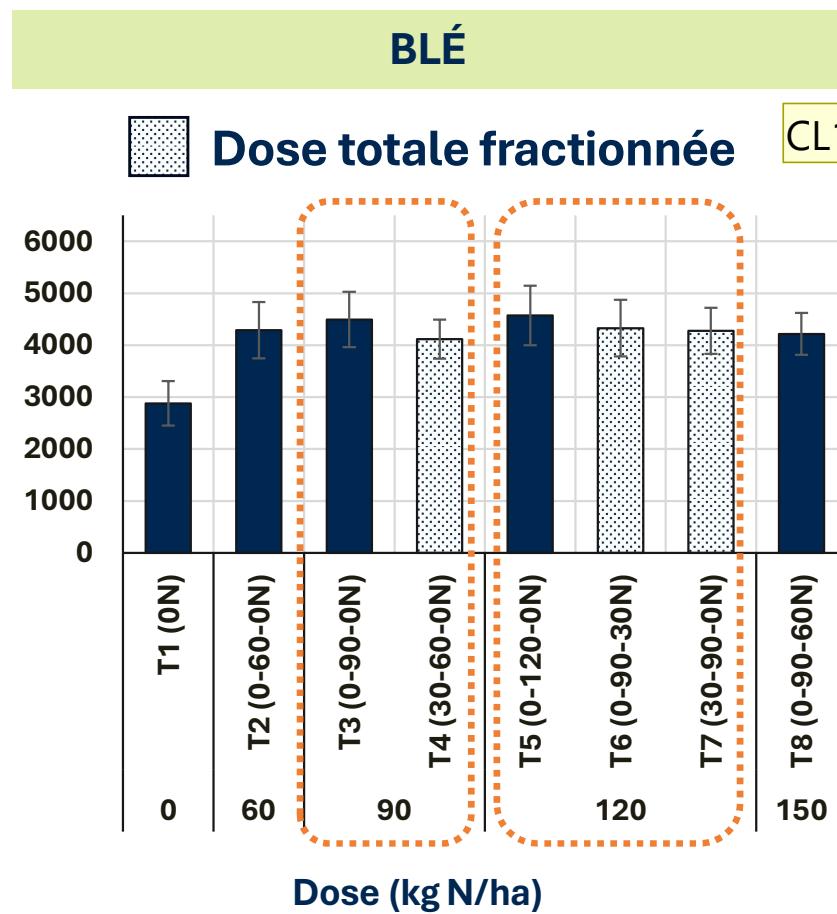


## Essais N – Rendements en grains



## Essais N – Effet du fractionnement

Rendements en grains (100%MS) kg/ha



## Diapositive 17

---

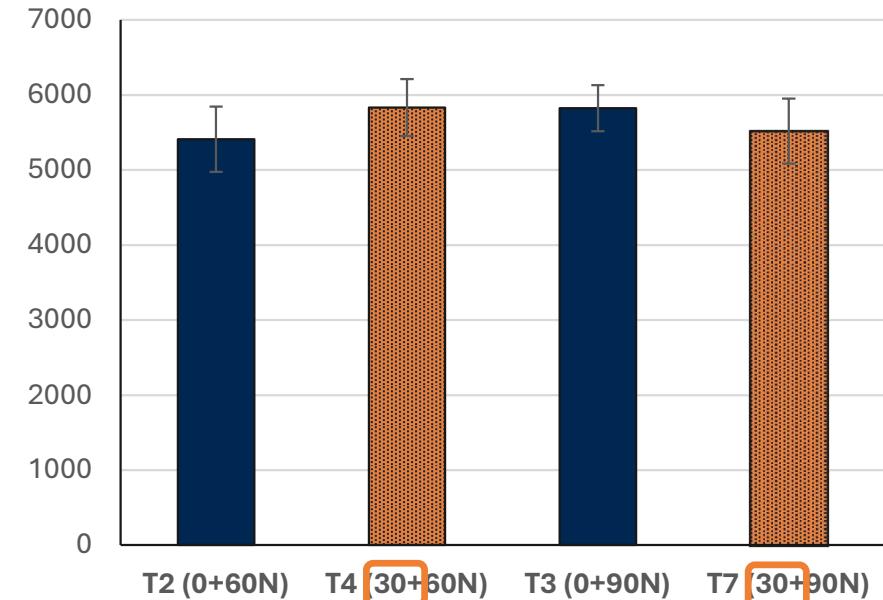
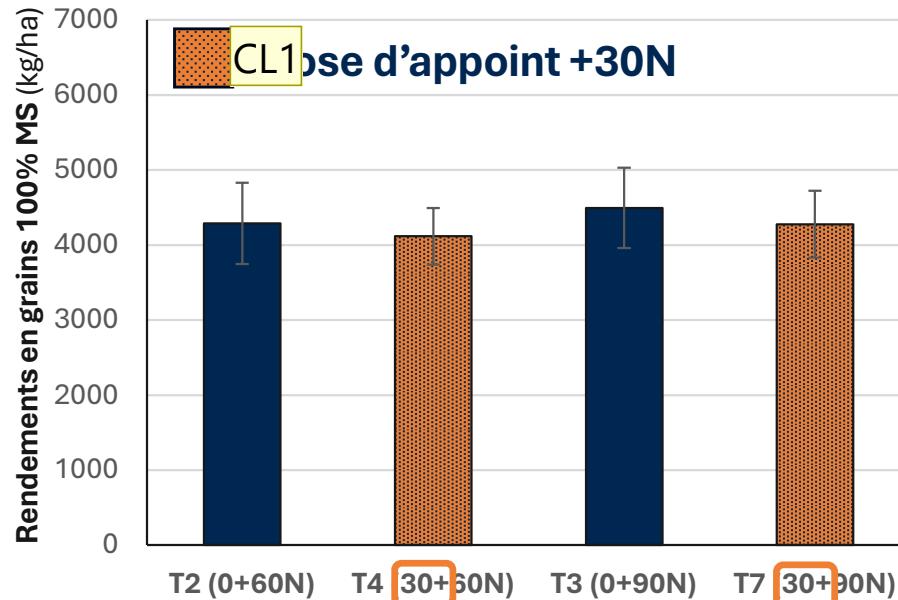
- CL1** J'ai remis même couleur pour trt fractionnés car ici la dose total reste la même à l'intérieur d'un même trt, elle est juste fractionnée.  
Christine Landry; 2025-11-23T19:24:05.798
- CL1 0** Les autres trts c'est des doses différentes et ils ont la même couleur. Donc on met l'accent juste sur le fait que fractionné.  
Christine Landry; 2025-11-23T19:25:01.062

# Essais N - Dose d'appoint à l'automne

## BLÉ

## SEIGLE HYBRIDE

Semis (1<sup>re</sup> appl.) au 30 oct. : 24 à 55 jours



- Pas de gains de rendement à apporter une dose d'appoint

## Diapositive 18

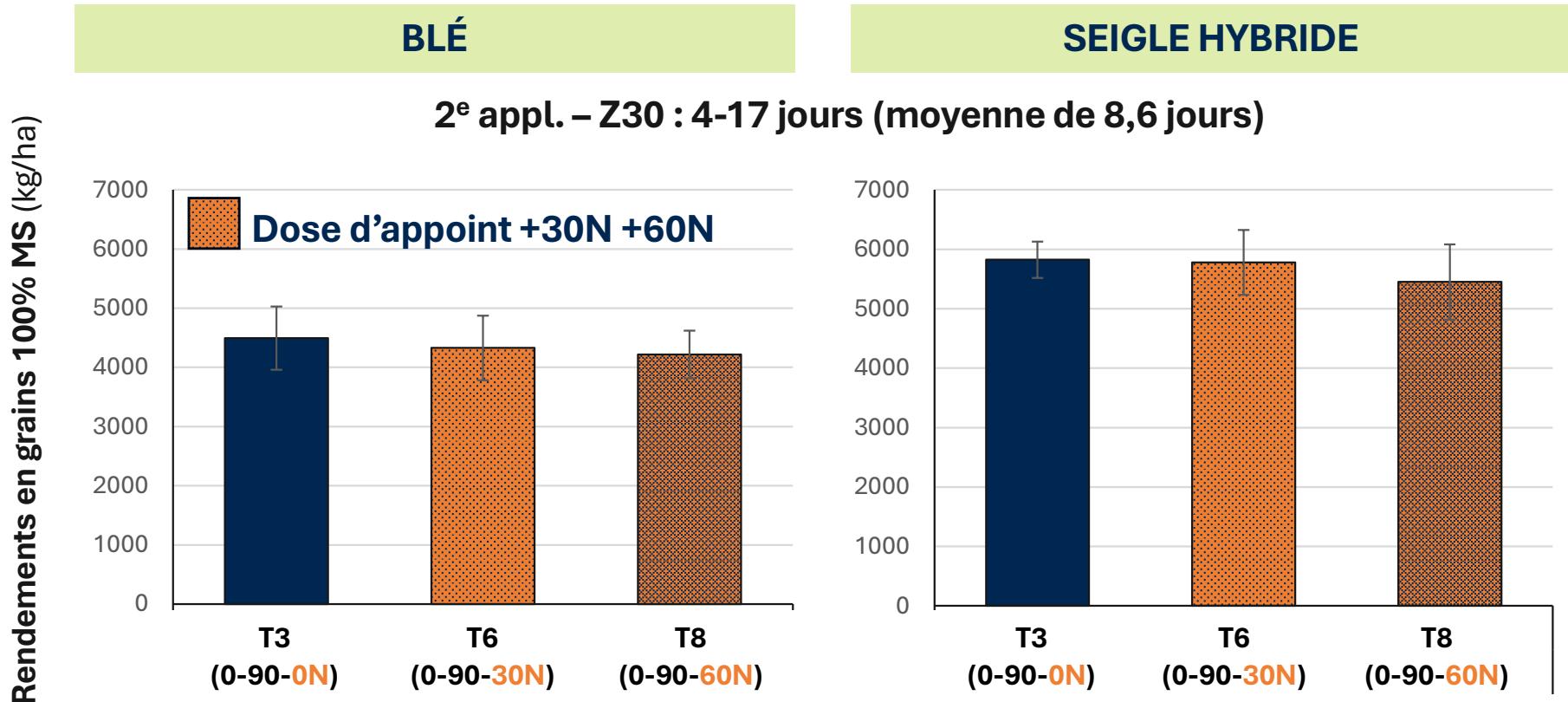
---

CL1

Ici j'ai choisi une couleur différente car ce n'est pas la même dose, il y a 30N de plus. Et l'autre diapo il y a +30 et + 60 alors j'ai mis deux tons différents.

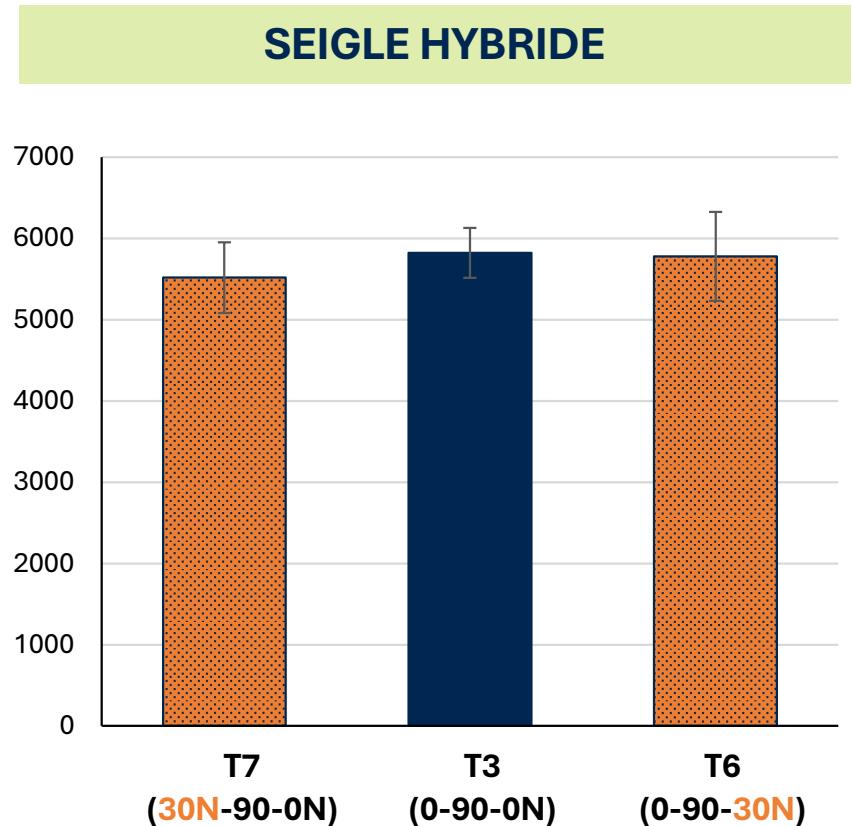
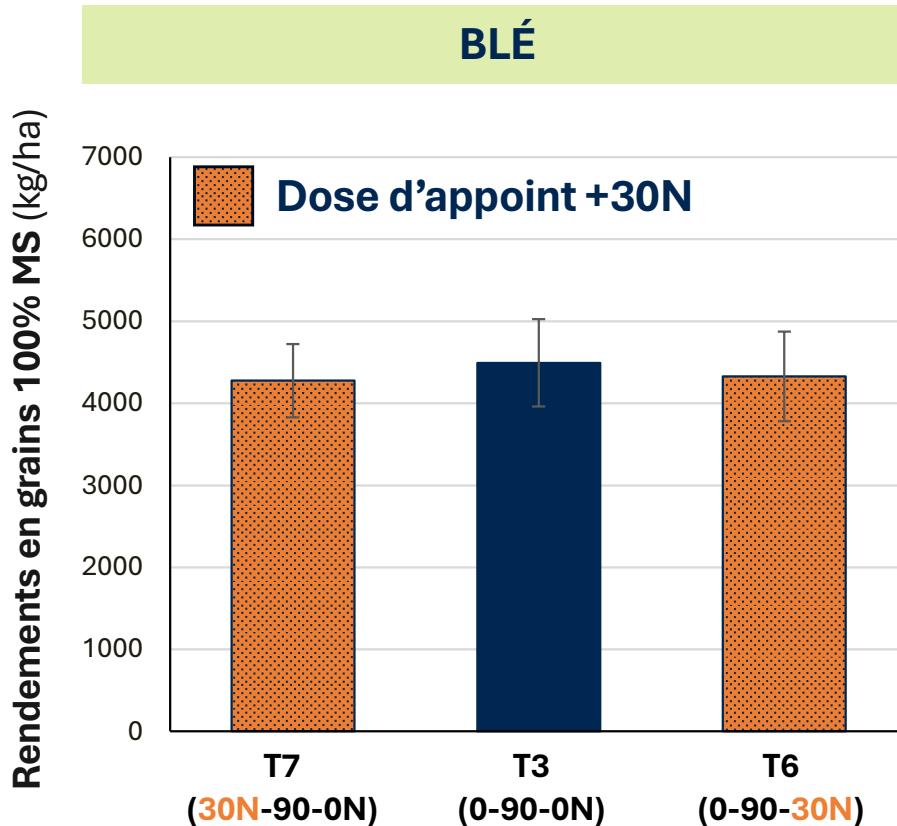
Christine Landry; 2025-11-23T19:25:47.284

## Essais N – Dose d'appoint fin tallage



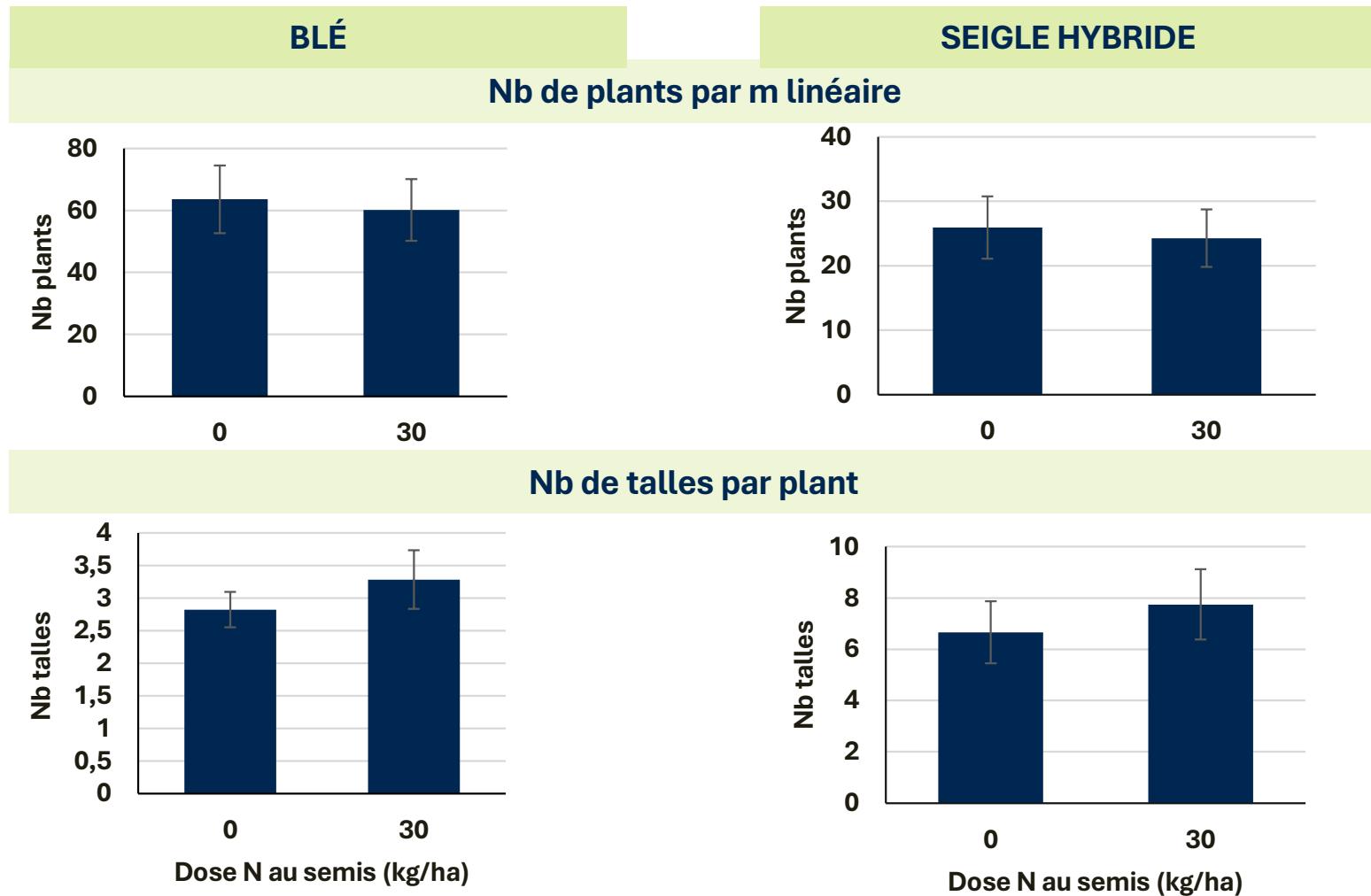
- Pas de gains de rendement à apporter N au stade Z30

## Essais N - Dose d'appoint automne vs Z30 - fin tallage

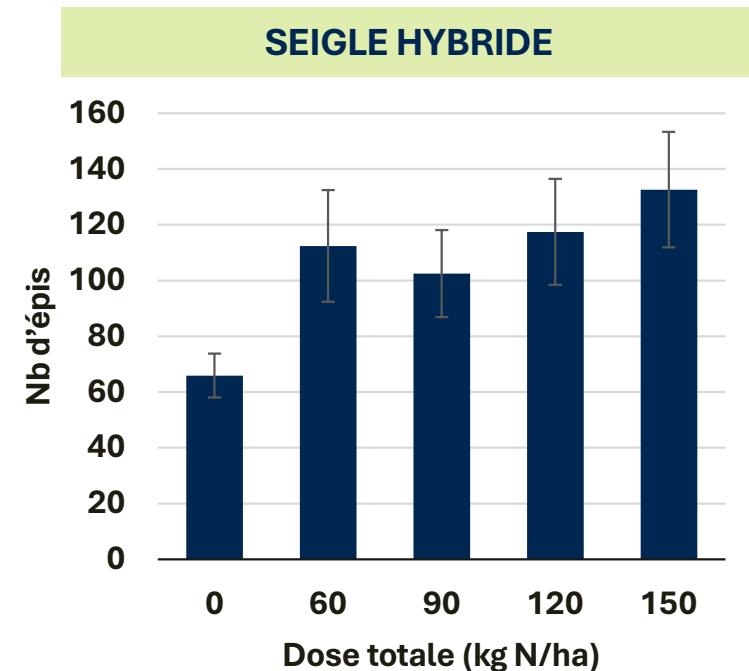
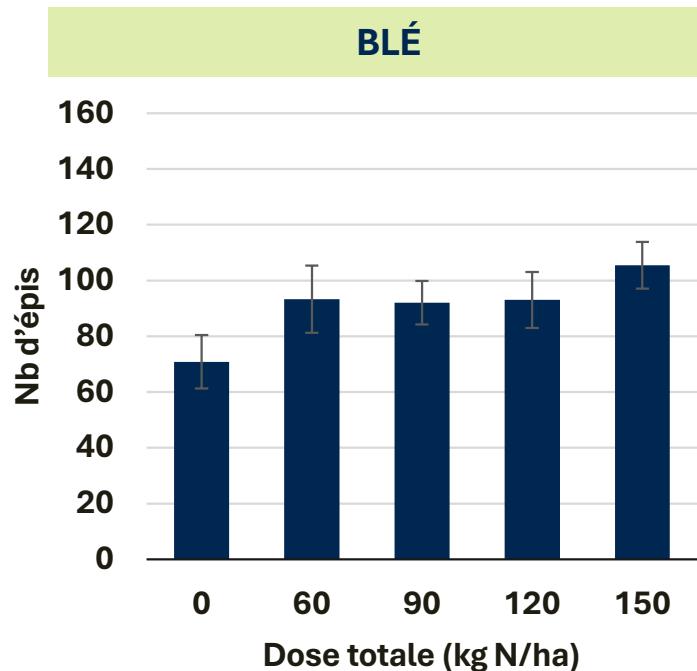


- Pas de gains de rendement à apporter une dose d'appoint

## Essais N – Développement (plants et talles)



## Essais N – nb d'épis

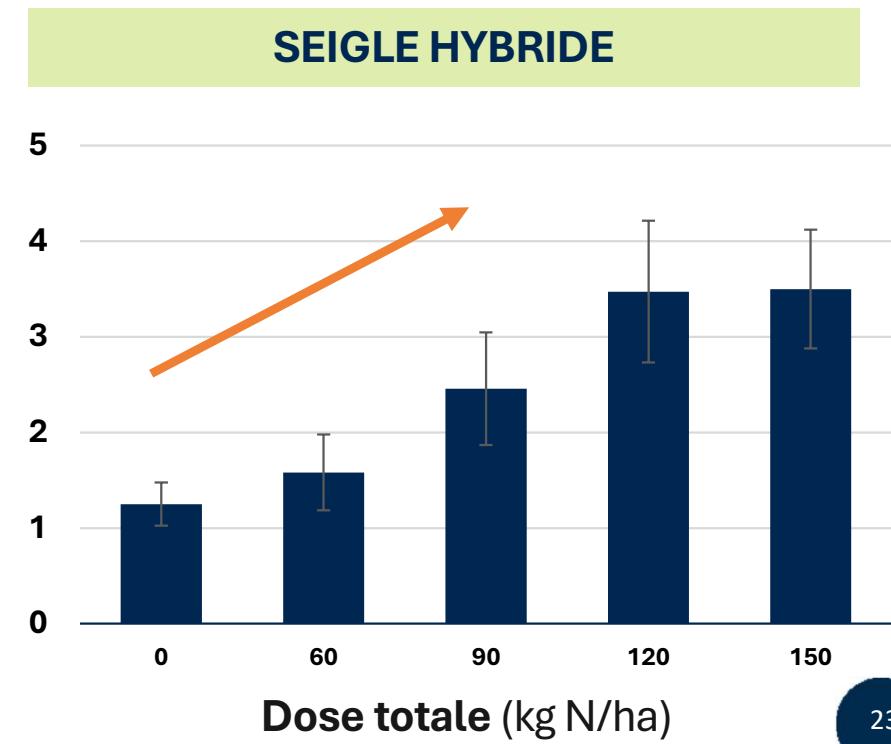
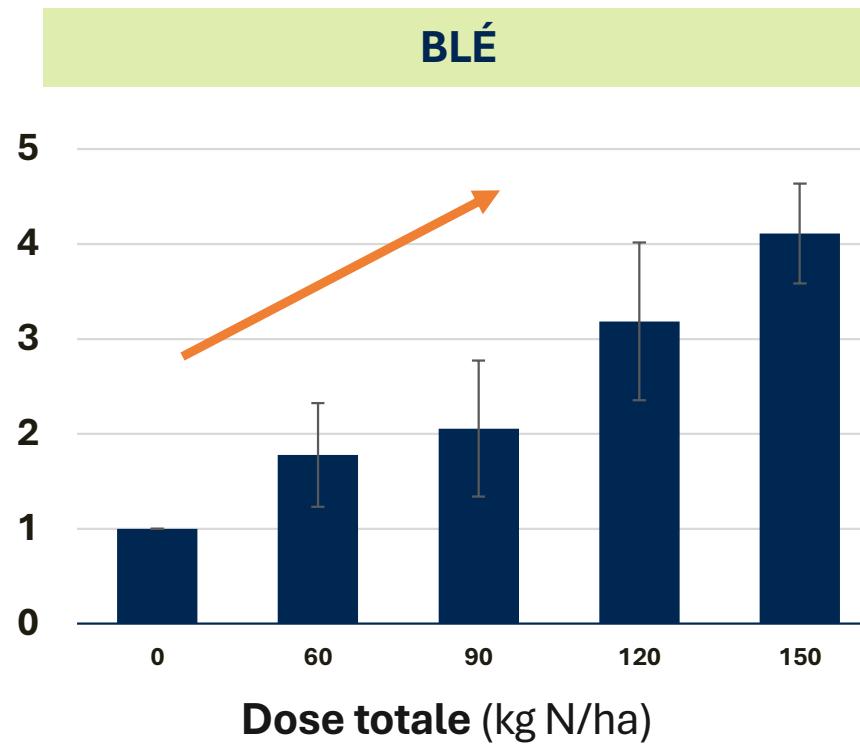


- Augmentation du nombre d'épis dès 60 N
- Effet un peu plus marqué avec le seigle

## Essais N - Verse

- Dose TOTALE de N : Blé et Seigle = Hausse de la verse

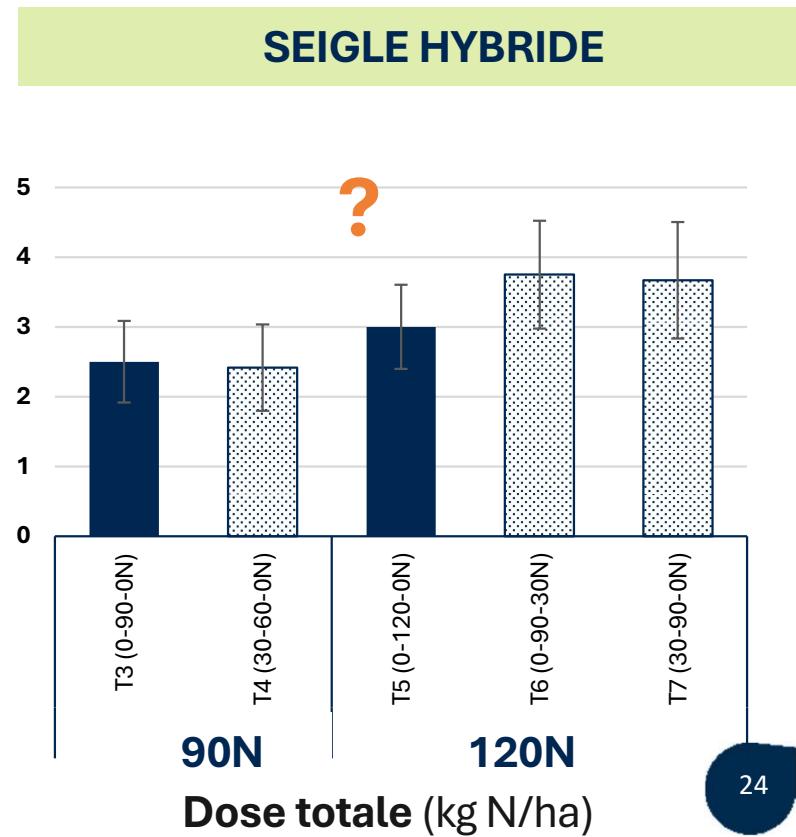
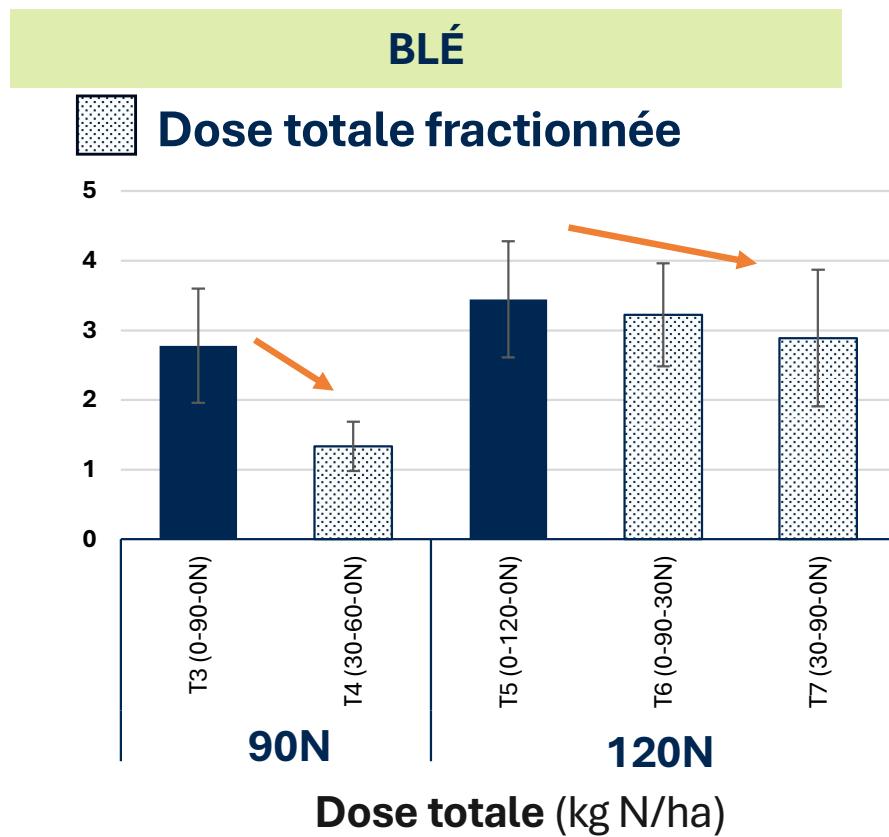
Échelle d'évaluation de la verse	
1	Pas de verse à plat (0 %)
2	Peu de verse (< 25 %)
3	Verse modérée (25 à 50 %)
4	Verse importante (50 à 75 %)
5	Verse sévère (> 75 %)
6	Verse complète (100 %)



## Essais N - Verse

- Dose FRACTIONNÉE : BLÉ = diminution, Seigle = ?

Échelle d'évaluation de la verse	
1	Pas de verse à plat (0 %)
2	Peu de verse (< 25 %)
3	Verse modérée (25 à 50 %)
4	Verse importante (50 à 75 %)
5	Verse sévère (> 75 %)
6	Verse complète (100 %)



## Essais N

- Dose minimale à apporter :
  - 60 kg N/ha dans le blé
  - 60 à 90 kg N/ha dans le seigle hybride
- Augmentation du nb d'épis, mais augmentation de la verse
- Résultats de la qualité des grains à venir
- **Résultats préliminaires = 9 blocs / 90 !**
- **Attention aux facteurs confondants!**
  - 4 % et plus de MO
  - Très peu de G1, uniquement G3 dans le seigle.

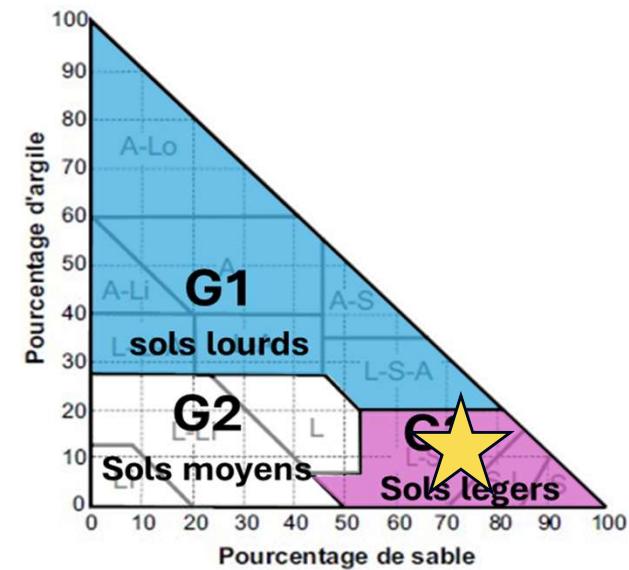
# Essais P



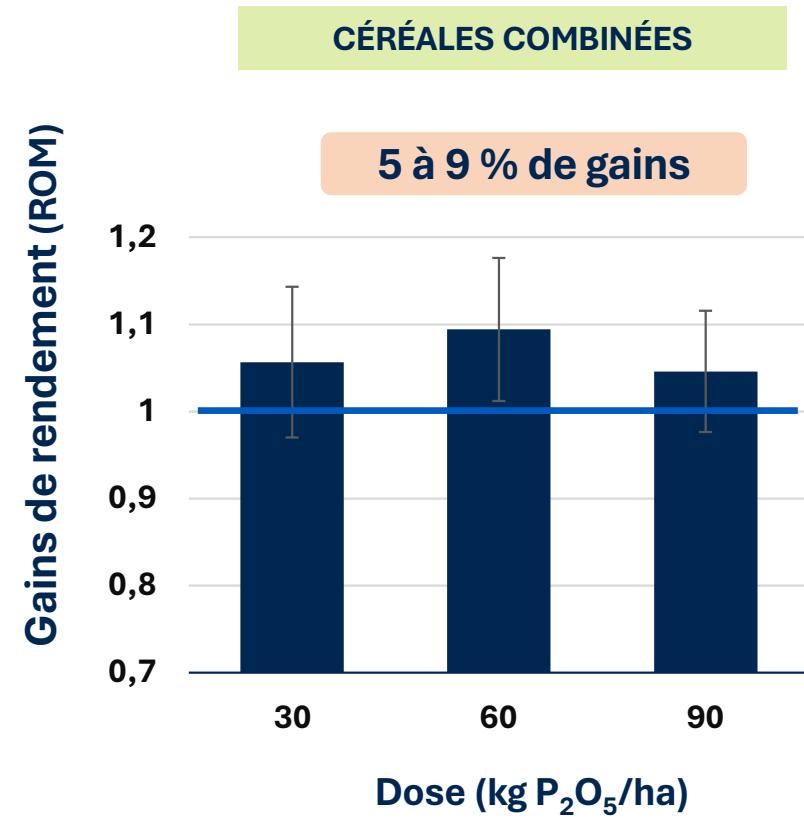
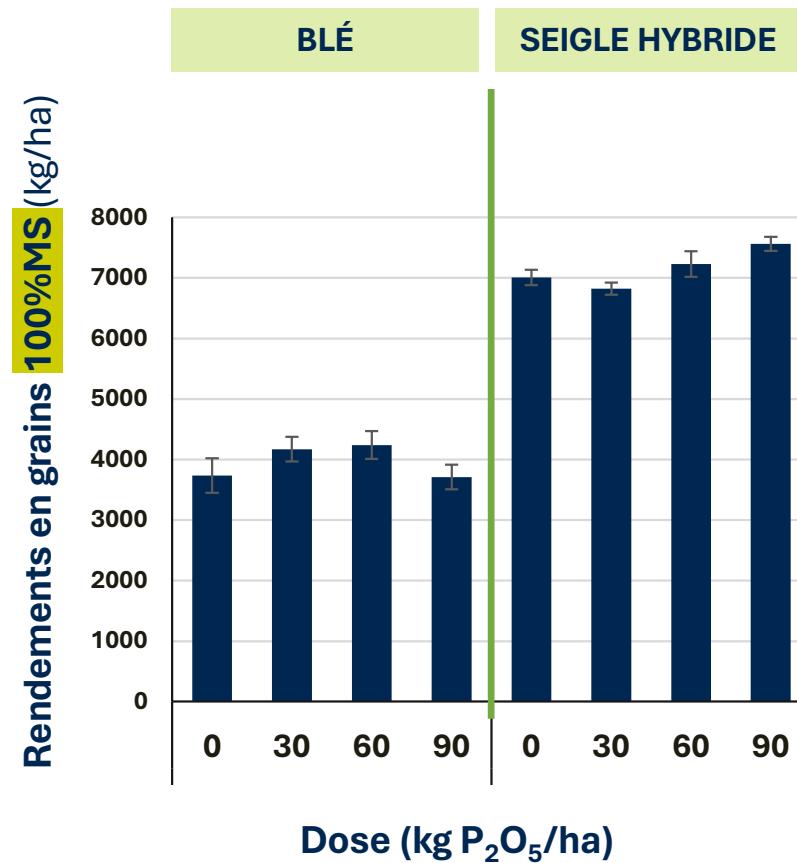
## Essais P

- P appliqué en bande avec la semence
- 2 sites (1 blé, 1 seigle)

Région	Groupe de texture	pH	MO (%)	ISP (%)	K (ppm)
Blé	Centre-du-Québec	G3	6,9	4,4	10,2
Seigle	Centre-du-Québec	G3	7,1	6,0	9,8

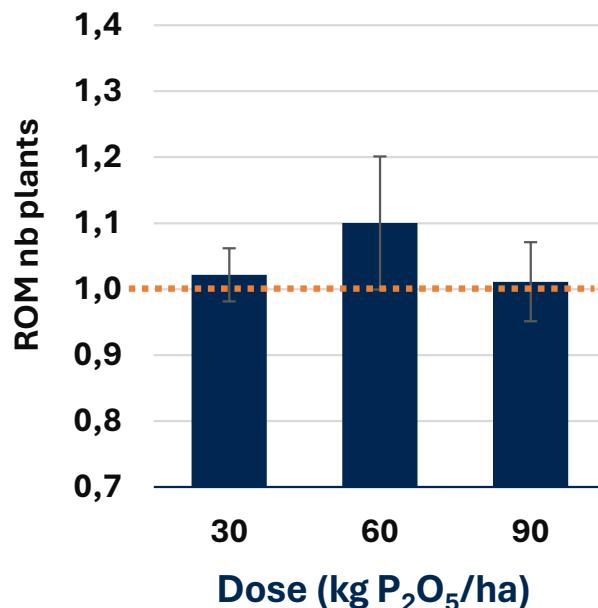


# Essais P – Rendements en grains

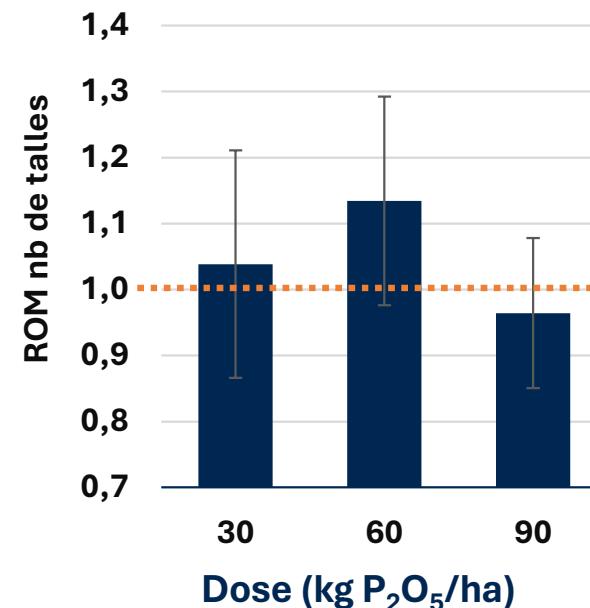


# Essais P – Nb plants, nb talles, nb épis

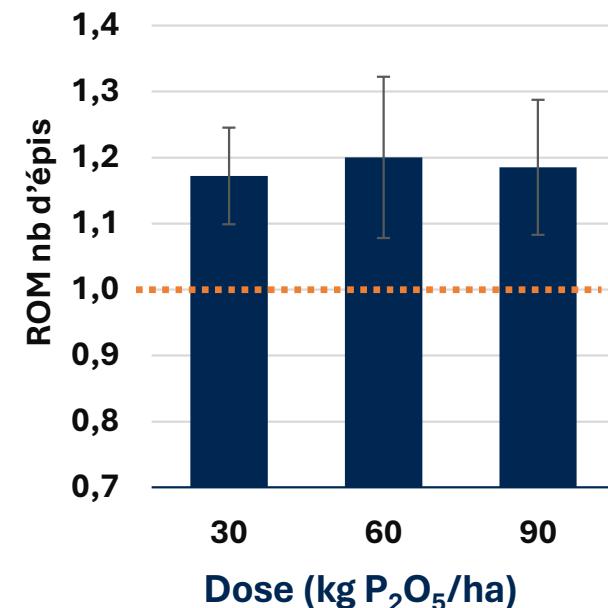
Nb de plants au m linéaire



Nb de talles par plants



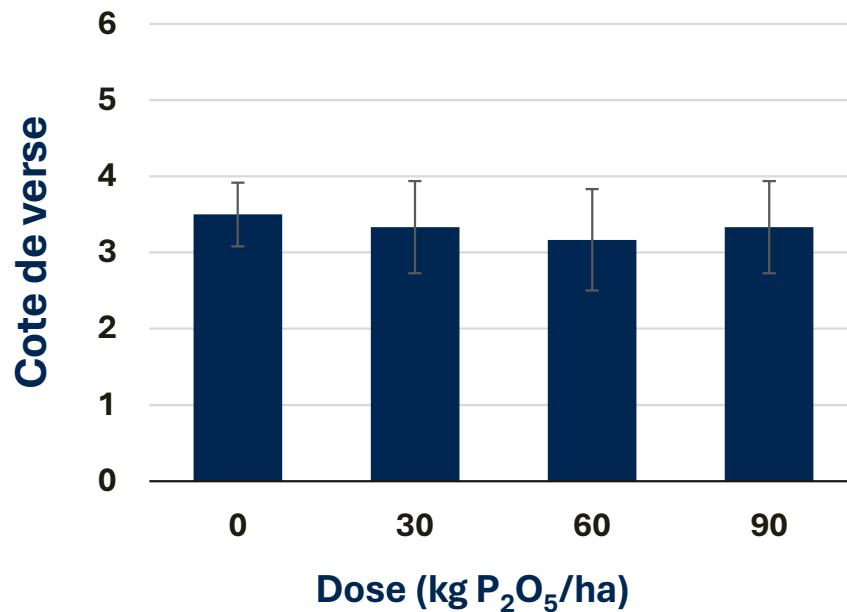
Nb d'épis au m linéaire



- Nb de plants et nb de talles :  
Très variable, 10-13 % 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>?

- Hausse du nb d'épis :  
17 % (moy.) dès 30 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

## Essais P - Verse



Échelle d'évaluation de la verse	
1	Pas de verse à plat (0 %)
2	Peu de verse (< 25 %)
3	Verse modérée (25 à 50 %)
4	Verse importante (50 à 75 %)
5	Verse sévère (> 75 %)
6	Verse complète (100 %)

- Pas d'effet de la dose de P sur la verse
- Verse probablement lié à un excès de N (120 kg N/ha)

## Essais P

- Réponse au P :
  - **Très variable** : 5 à 9 % de gains ?
  - Augmentation du nb d'épis /m linéaire non lié au rendement
  - Analyse de la qualité des grains à venir
  - Nécessité d'essais supplémentaires:
    - ISP > ~ 10 %
    - Juste G3
    - Une seule région
    - 2/30



# Essais K



# Essais K - Présentation des sites

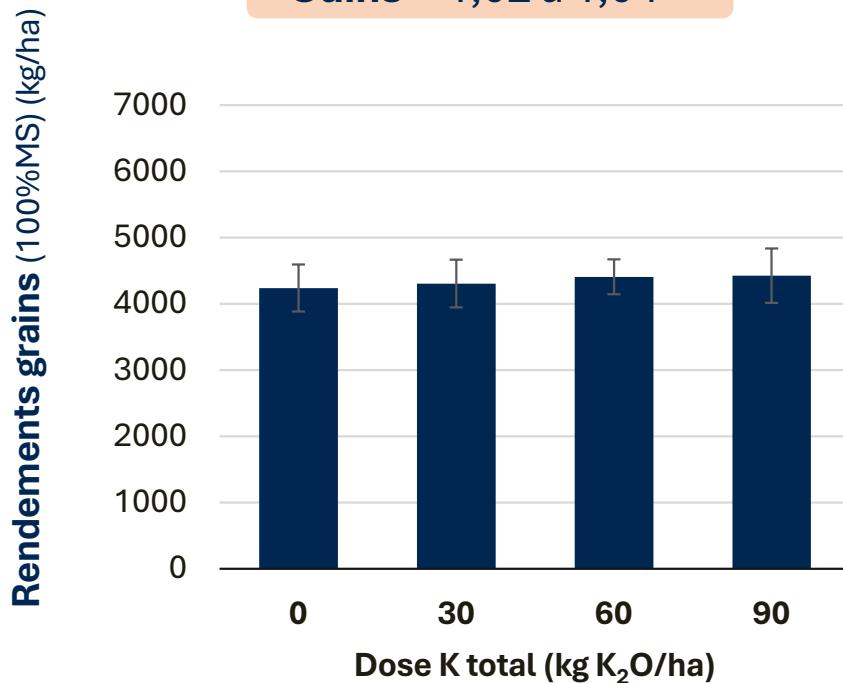
39 à 206 ppm  
(87 – 461 kg/ha)

	<b>id</b>	<b>Région</b>	<b>Groupe de texture</b>	<b>pH</b>	<b>MO (%)</b>	<b>ISP (%)</b>	<b>K (ppm)</b>
Blé	B-1	Estrie	G2	5,5	6,3	2,5	95,2
	B-2	Montérégie	G1, G1, G2	5,7	5,3	13,2	206,1
	B-3	Centre-du-Québec	G2, G2, G3	6,7	7,0	9,4	47,0
Seigle	S-1	Capitale-Nationale	G3	5,9	3,9	9,2	49,2
	S-2	Estrie	G3	6,5	4,5	8,6	71,4
	S-3	Montérégie	G2, G2, G3	6,2	4,5	11,3	159,7
	S-4	Centre-du-Québec	G3	6,6	6,2	8,6	38,6

# Essais K – Rendements en grains vs dose K total

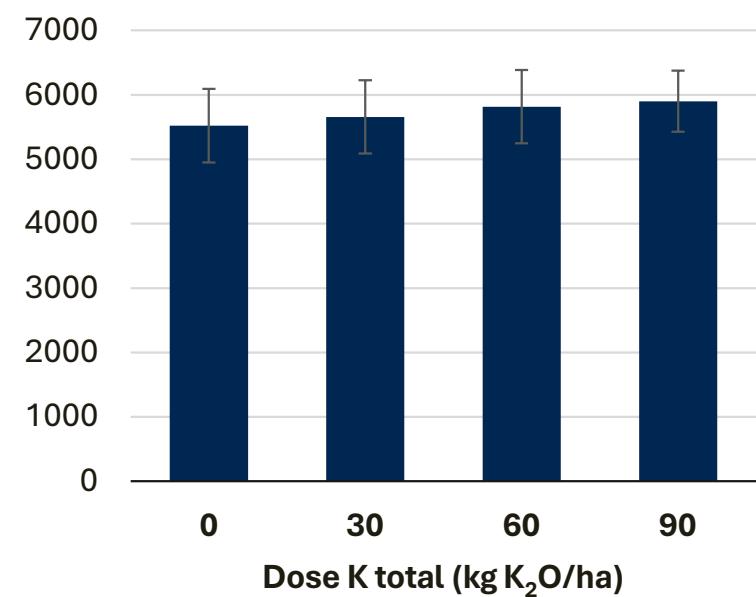
BLÉ

Gains = 1,02 à 1,04 ×

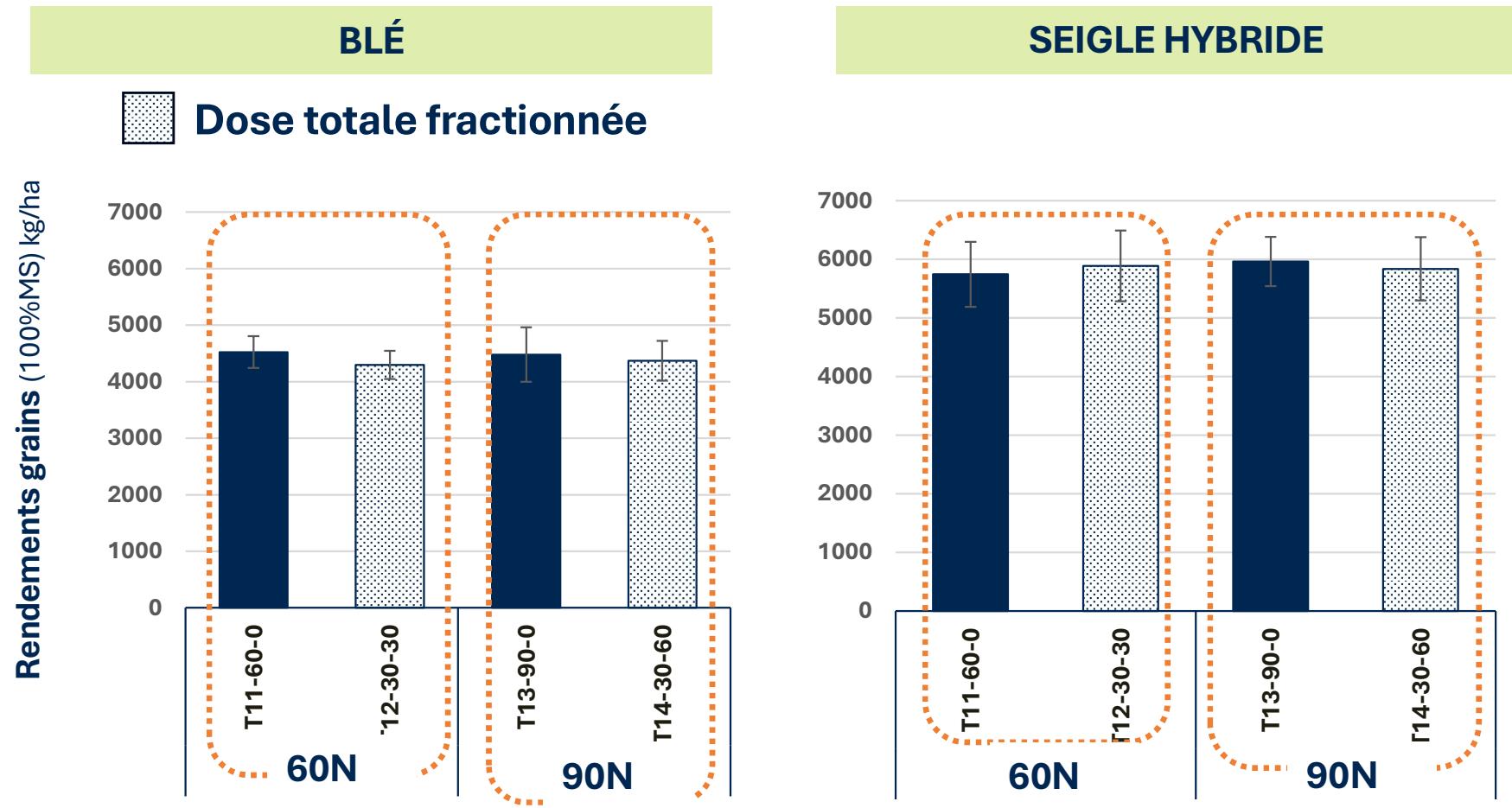


SEIGLE HYBRIDE

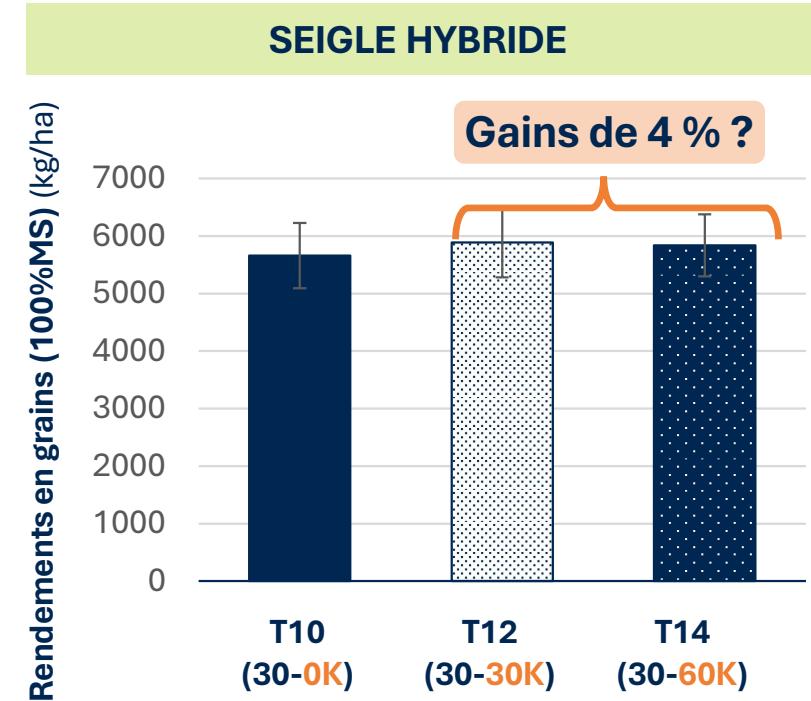
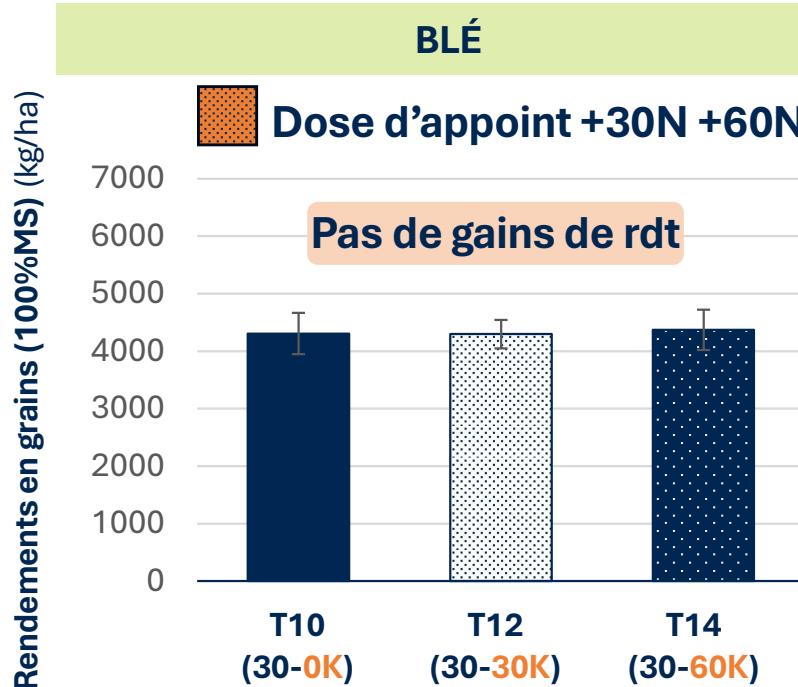
Gains = 1,03 à 1,07 ×



# Essais K – Rendements en grains selon les traitements

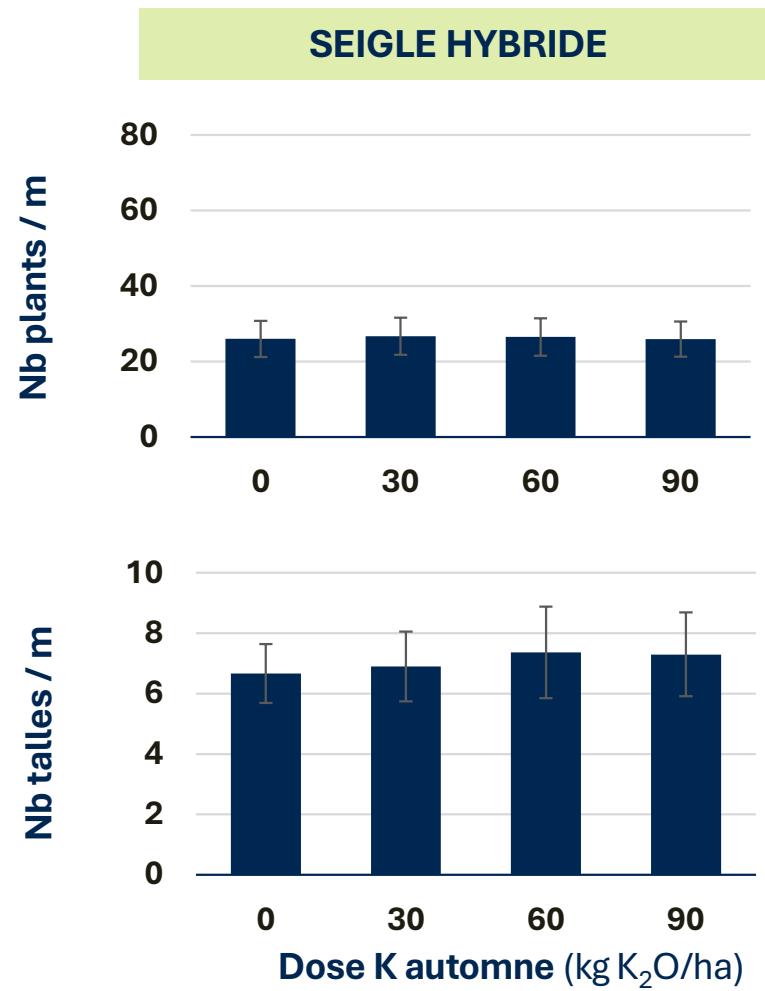
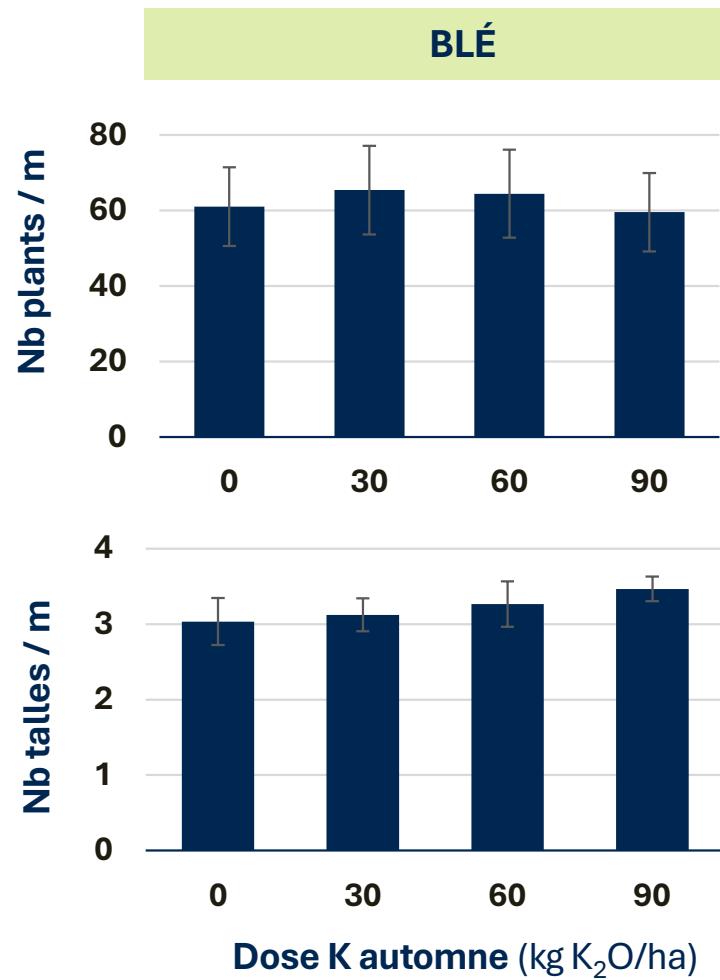


# Essais K – Dose d'appoint au printemps



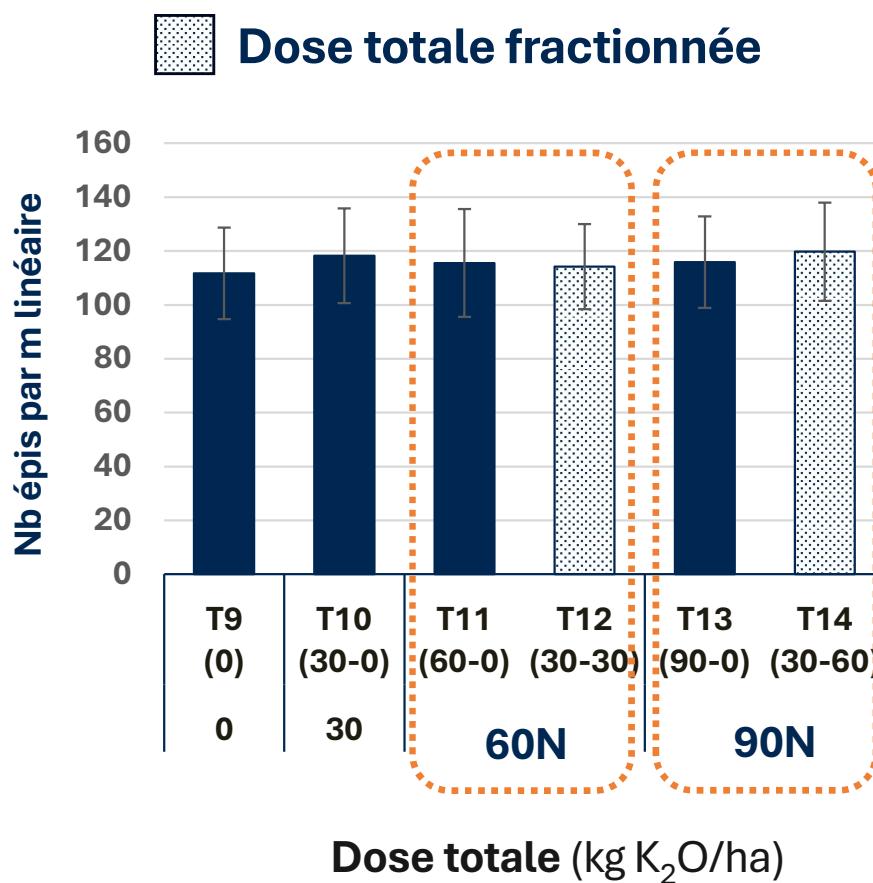
- Pas ou peu de gain de rendement avec l'apport printanier.
- Effet du mode : incorporé à l'automne vs laissé en surface au printemps ?
- Effet de la texture à explorer

## Essais K – nb plants, nb talles

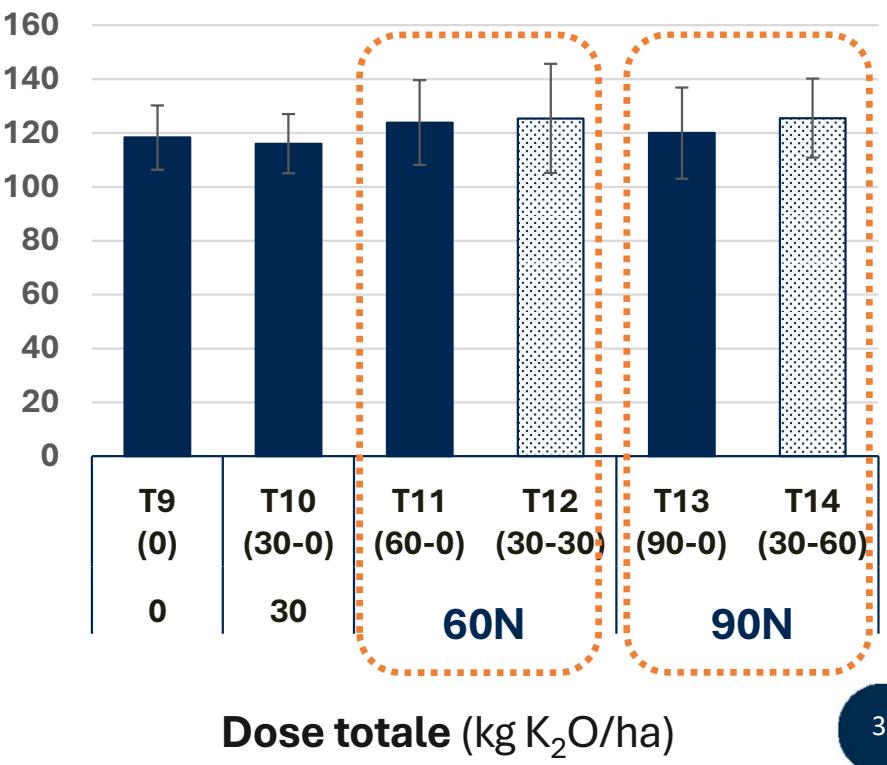


## Essais K – nb d'épis

BLÉ

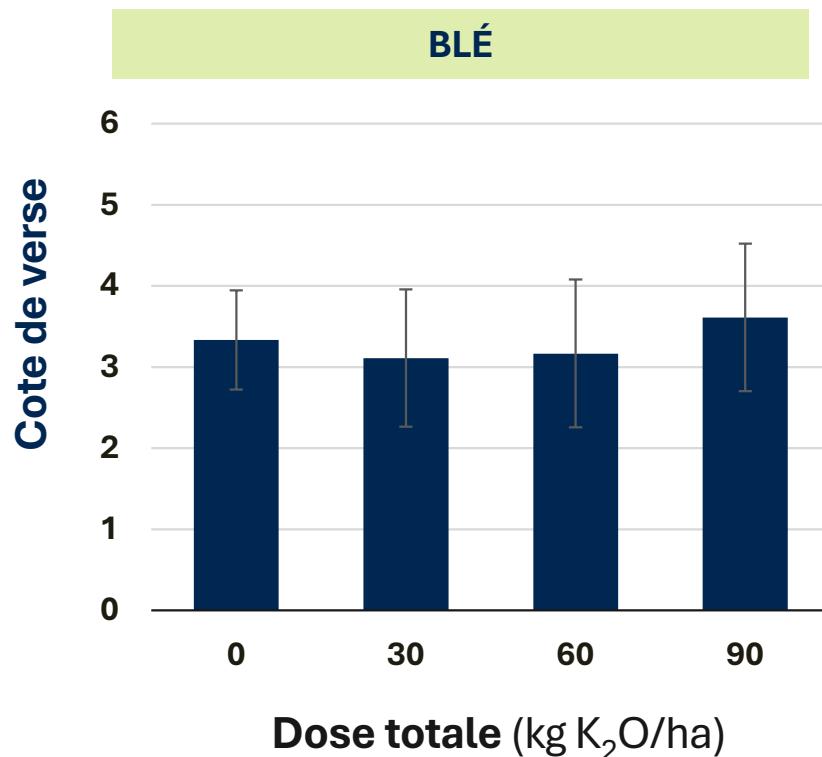


SEIGLE HYBRIDE

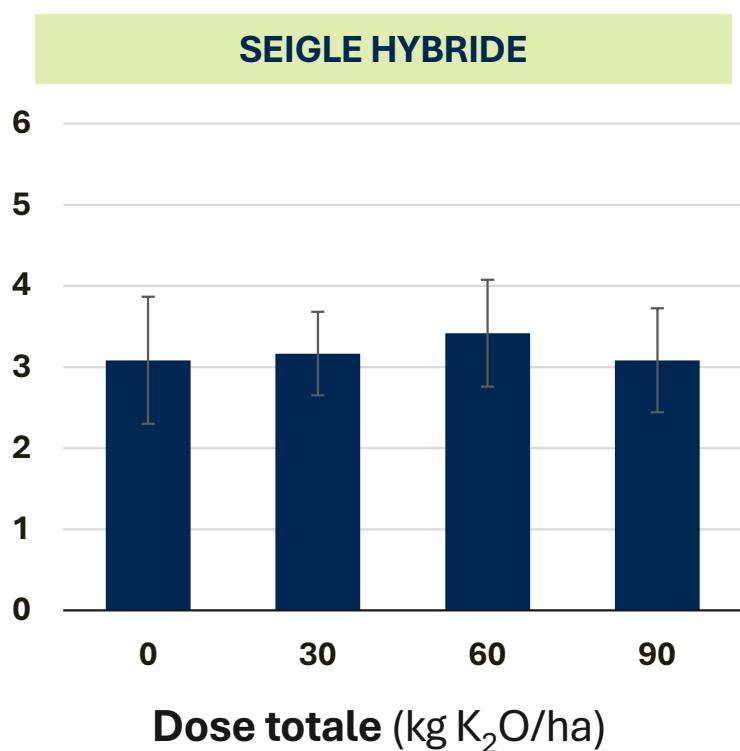


## Essais K - Verse

- Pas d'effet de la dose de K sur la verse



Échelle d'évaluation de la verse	
1	Pas de verse à plat (0 %)
2	Peu de verse (< 25 %)
3	Verse modérée (25 à 50 %)
4	Verse importante (50 à 75 %)
5	Verse sévère (> 75 %)
6	Verse complète (100 %)



## Essais K

- Faible réponse aux apports de K
  - 2 à 4 % pour le blé
  - 3 à 7 % pour le seigle
- Pas de lien clair avec la teneur en K<sub>Mehlich-3</sub> du sol pour l'instant
- Fractionner les apports (automne et printemps) ne semble pas avoir d'effet sur les rendements
- Apports en K au printemps : pas d'efficacité pour l'instant.

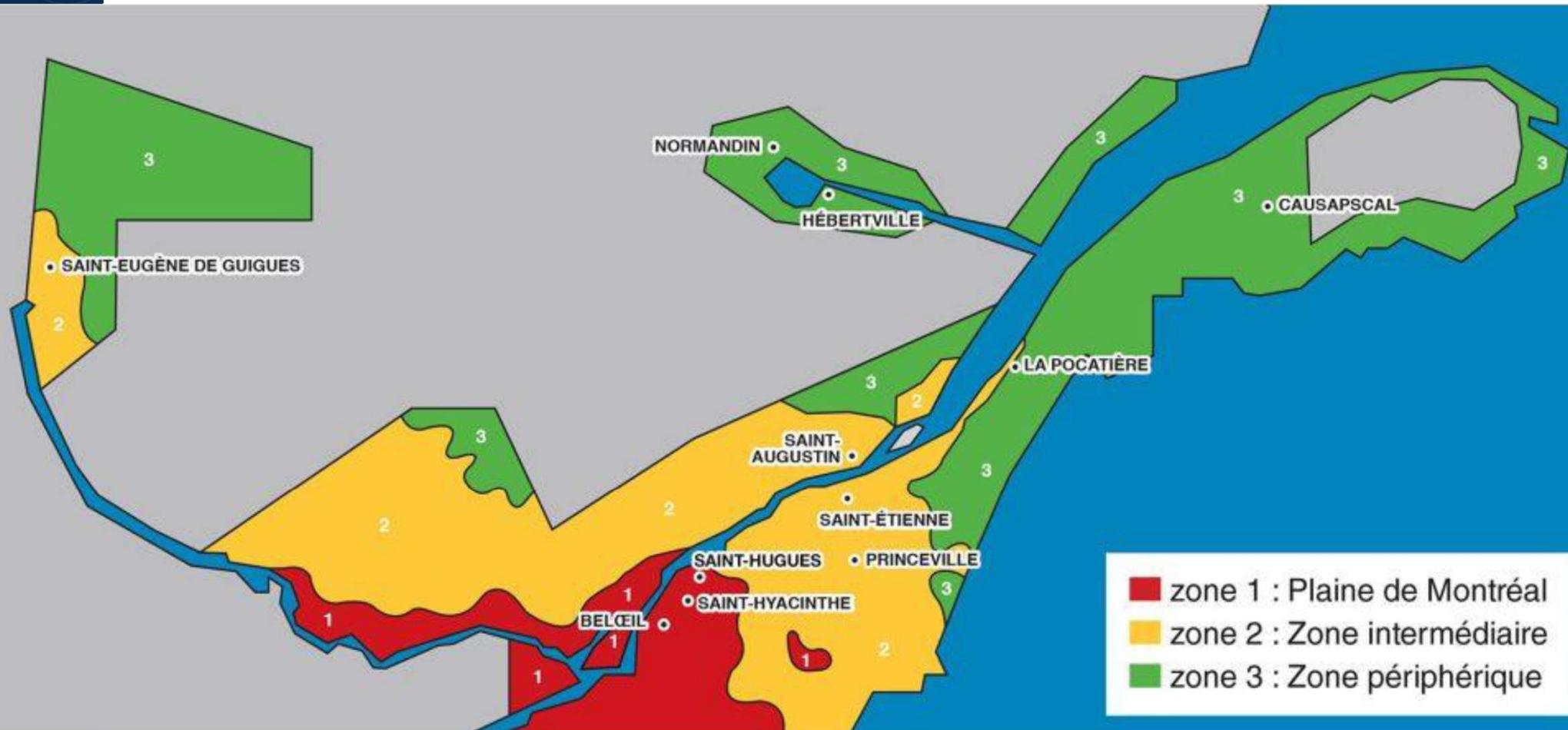
# Pour résumer...avec 10 % des essais visés

- **Essais N** – MO du sol de 3,9 à 7,0 % :
  - Dose minimale de 60 kg N/ha → gains de 50% de plus que le rdt du témoin
  - Attention à la verse!
  - Fractionnement : aucun effet sur les rendements mais moins de verse dans le blé (seigle ?)
- **Essais P** – sol sableux avec ISP à 10%, Centre-du-Québec seulement :
  - Gains de rendements faibles (5 à 9 %) et variables
- **Essais K** – richesse du sol 39 à 206 ppm K<sub>M3</sub>
  - Faibles gains de rendements (de 2 à 7%) peu importe la richesse du sol
  - Fractionnement automne vs printemps : pas concluant pour l'instant
  - Pas d'effet sur la verse
- **Attention**, pour les essais N et P :
  - Pas de sites sous le seuil de réponse attendu (<3% MO, ISP <5%),
  - Importance de couvrir ces richesses (**Intéressé.e? Contactez votre club!**)
- **Qualité des grains** à venir

# Merci !



**irda** | Institut de recherche  
et de développement  
en agroenvironnement



# Présentation des sites

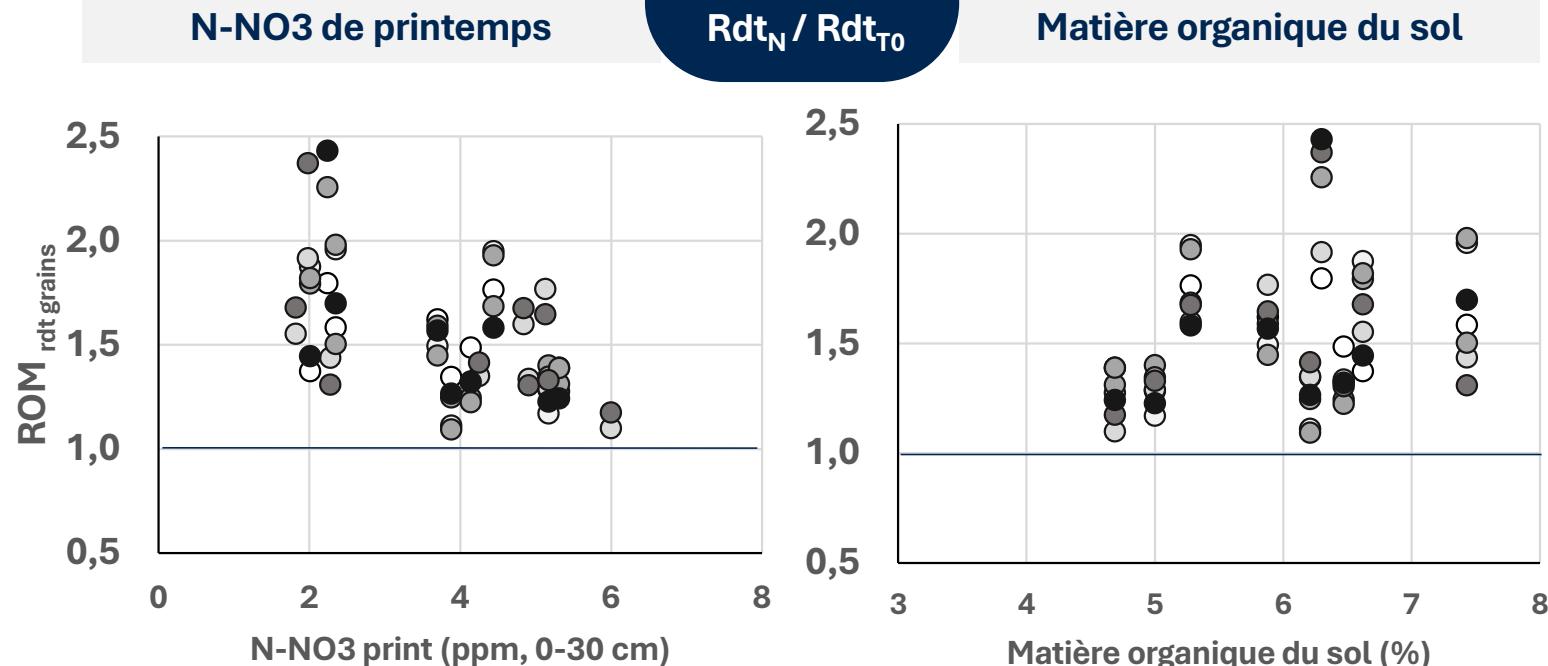
SITE	ESSAI	RÉGION	VARIÉTÉ
<b>Blé</b>			
B-1	NK	Estrie	Hudson
B-3	NK	Montérégie	Frontenac
B-4	NPK	Centre-du-Québec	Montcalm
<b>Seigle hybride</b>			
S-1	NK	Capitale-Nationale	Su Performer
S-2	NK	Estrie	Su Performer
S-3	NK	Montérégie	Su Performer
S-4	NPK	Centre-du-Québec	Su Perspectiv



# Essais N – Blé

## Rapport de rendement (ROM) selon les N-NO<sub>3</sub> et la MO du sol

$$\text{ROM} = \frac{\text{Rdt}_N}{\text{Rdt}_{T_0}}$$

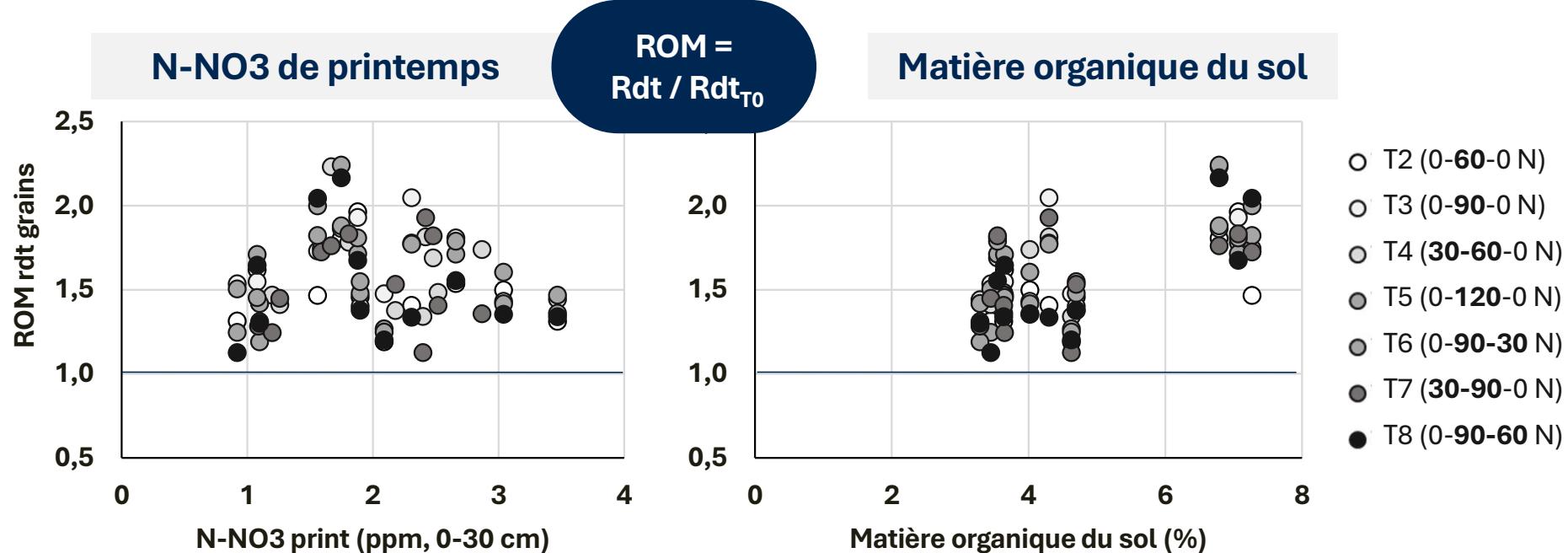


## BLÉ :

- **Gains entre 1,09 et 2,43×** par rapport au témoin 0N
  - Pas de lien clair avec la MO ou le nitrate au printemps

# Essais N – Seigle

Rapport de rendement (ROM) selon les N-NO<sub>3</sub> et la MO du sol



## Seigle :

- **Gains entre 1,2× et 2,25× par rapport au témoin 0N**
- Pas de lien clair avec la MO ou le nitrate au printemps

# Méthodologie sur 2 ans

6 sept. au 6 oct.

Piquetage  
Engrais  
Semis

Sols  
MO, nitrate, ISP, K



Plants (nbr)

Talles (nbr)  
+  
Sols  
(nitrate 0 vs 30N)



17 au 25 avril

Engrais  
printemps

Survie (cote)  
+  
Sols  
(nitrate 0 vs 30N)



Engrais  
stade Z30

30

22 juillet au 5 août

Récolte  
Sol (tous trt N)



Profils sols



# Mesures sur le développement des plants

## Automne :

- Dénombrement des plants
- Dénombrement des talles

## Printemps :

- Évaluation de la survie

## Été :

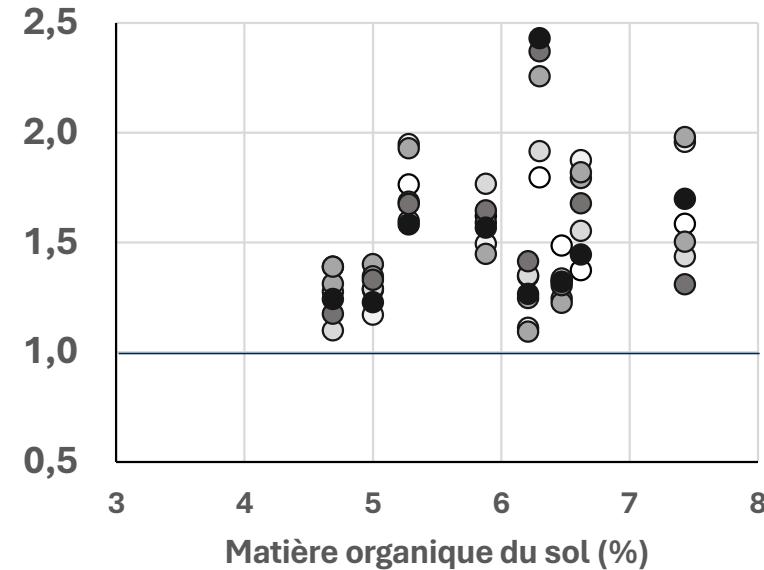
- Dénombrement des épis
- Évaluation de la verse
- Rendements en grains et en paille et % d'humidité
- Qualité des grains

## Essais N – Blé

### Rapport de rendement (ROM) selon les N-NO<sub>3</sub> et la MO du sol

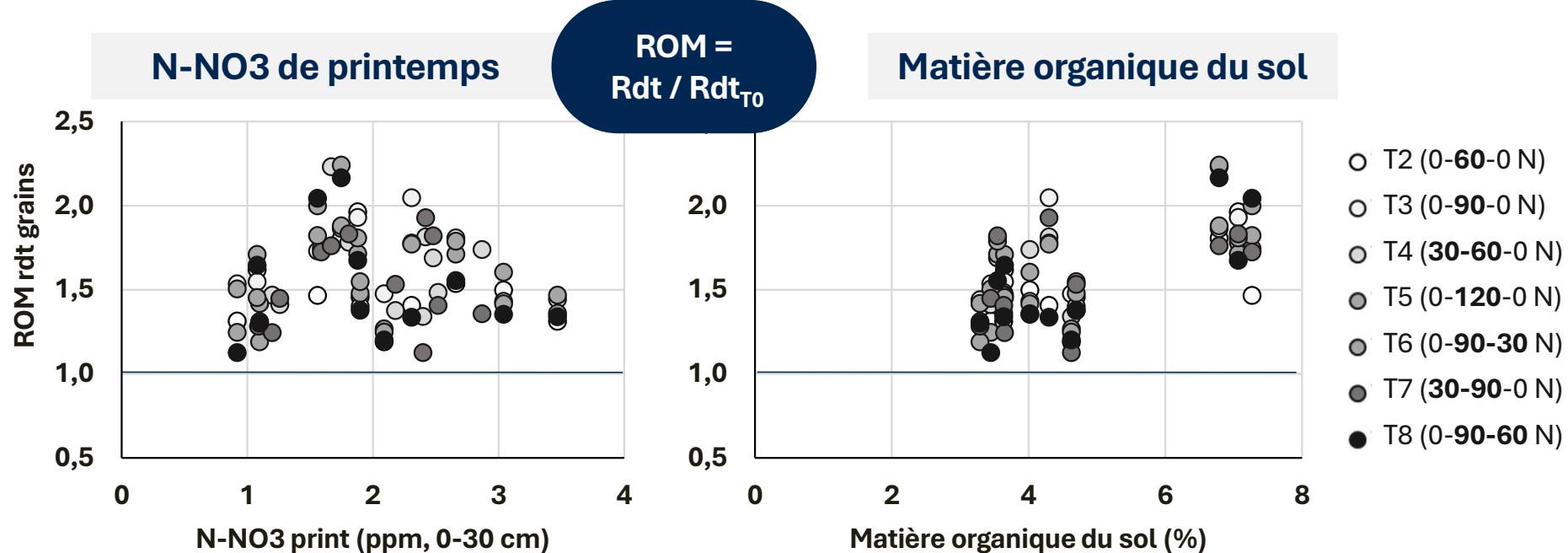
$$\text{ROM} = \frac{\text{Rdt}_N}{\text{Rdt}_{T0}}$$

Matière organique du sol



## Essais N – Seigle

Rapport de rendement (ROM) selon les N-NO<sub>3</sub> et la MO du sol

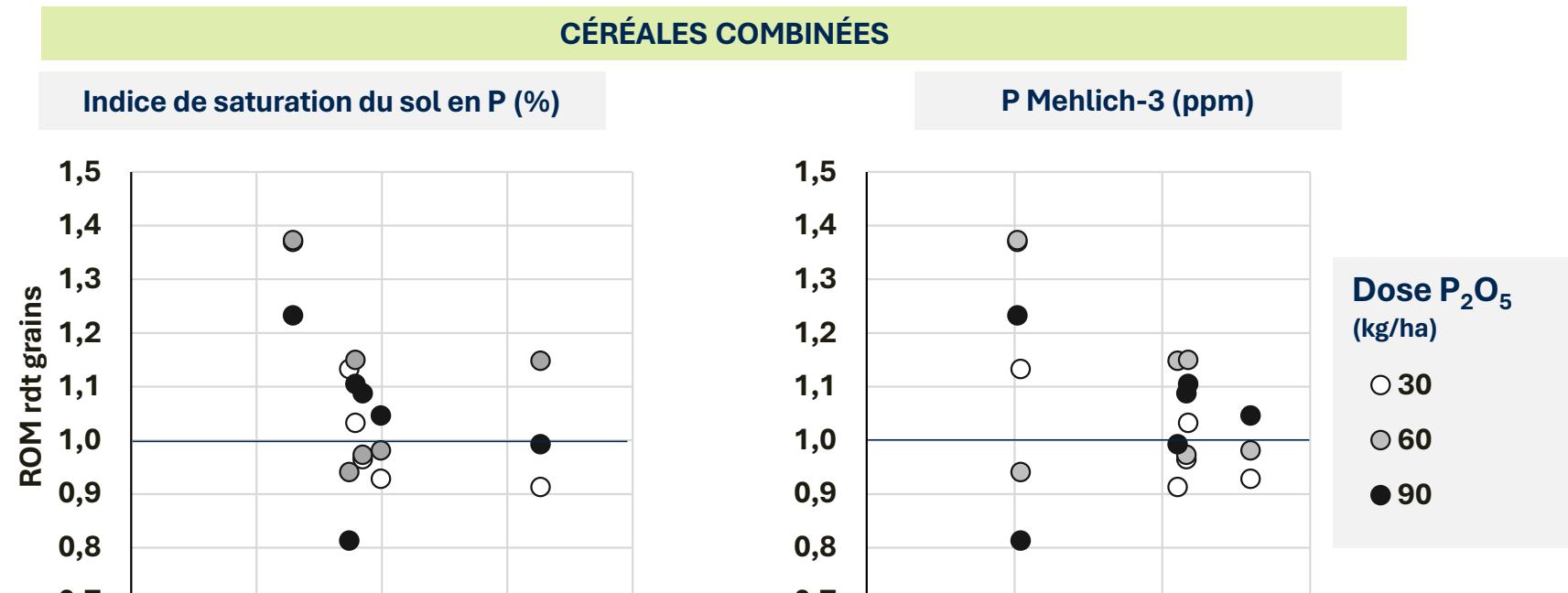


### Seigle :

- Gains entre 1,2× et 2,25× par rapport au témoin 0N
- Pas de lien clair avec la MO ou le nitrate au printemps

# Essais P

## Rapport de rendement (ROM) selon l'ISP<sub>1</sub> et le P-Mehlich-3

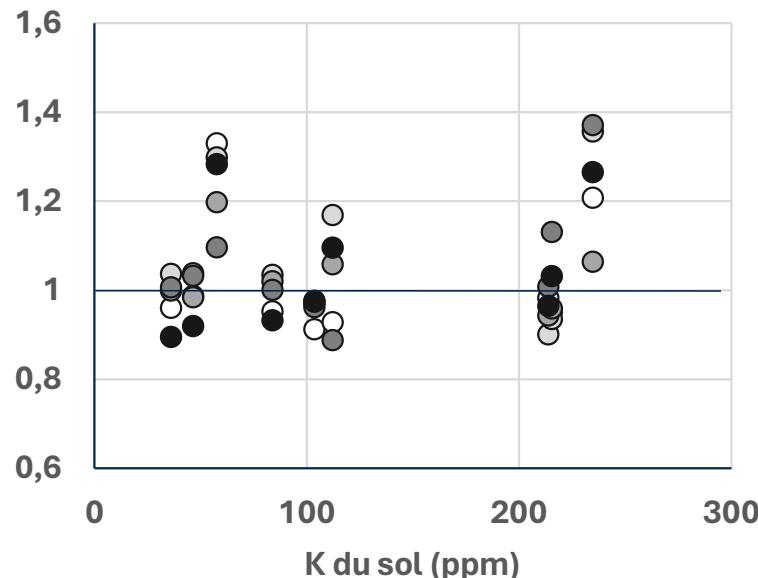


- Gains de rdt ne semblent pas liés à l'ISP ou teneur en P Mehlich du sol
- Réponse très variable. **Attention**, ISP >> 5 % (Landry et coll. 2021)

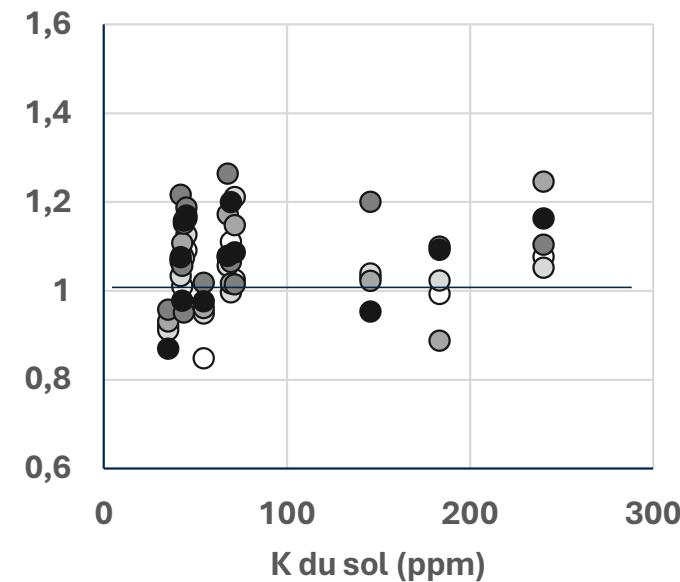
# Essais K

## ROM du rdt en grains vs la teneur en K<sub>Mehlich-3</sub> du sol

BLÉ



SEIGLE HYBRIDE



○ T10-30-0  
○ T11-60-0  
○ T12-30-30  
● T13-90-0  
● T14-30-60

- Céréales de printemps : réponse pour K<sub>M3</sub> < 180 ppm
- Pas de lien clair entre richesse du sol en K et la fertilisation
- Autres indicateurs de fertilité du sol à considérer? CEC, teneur en argile, etc. à explorer

# Essais au champ

## Couvrir les régions productrices

Réalisés (2024-2025)

- 4 sites blé ●
- 4 sites seigle ♦

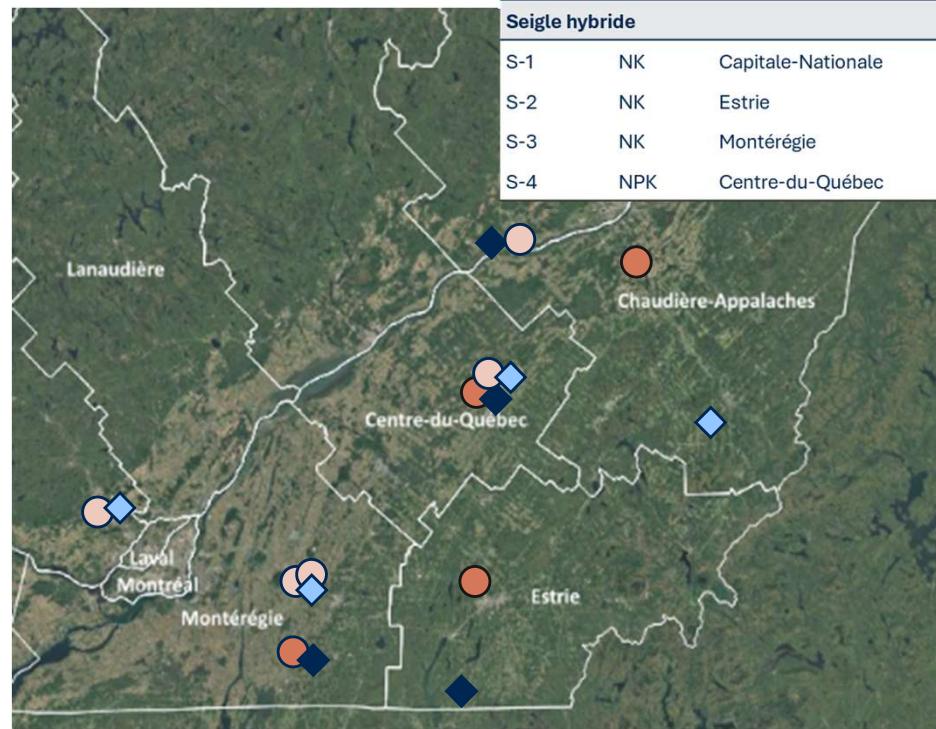
En cours (2025-2026) AD1

- 5 sites blé ○
- 5 sites seigle ◆

## Collaborateurs:

Dura-Club, Semican, Club agro de l'Estrie, Agri-Durable, ProfitEauSol, Club conseil Les Patriotes

SITE	ESSAI	RÉGION	VARIÉTÉ
<b>Blé</b>			
B-1	NK	Estrie	
B-2	NK	Chaudière-Appalaches	Carnaval
B-3	NK	Montérégie	Frontenac
B-4	NPK	Centre-du-Québec	Montcalm
<b>Seigle hybride</b>			
S-1	NK	Capitale-Nationale	Su Performer
S-2	NK	Estrie	Su Performer
S-3	NK	Montérégie	Su Performer
S-4	NPK	Centre-du-Québec	Su Perspectiv



## Diapositive 53

---

AD1

J'ai mis le nb de site et non essais... par contre chaque site n'a pas les 3 essais. Je crois que pour cette présentation c'est ok de le présenter comme cela?

Aurélie Demers; 2025-11-17T13:38:28.429