

Comment atteindre une fertilisation adéquate dans la laitue?



Melissa Quinche, Ing. Agricole., M.Sc.,
Candidate au Doctorat en Sols et
Environnement

Université Laval, Québec

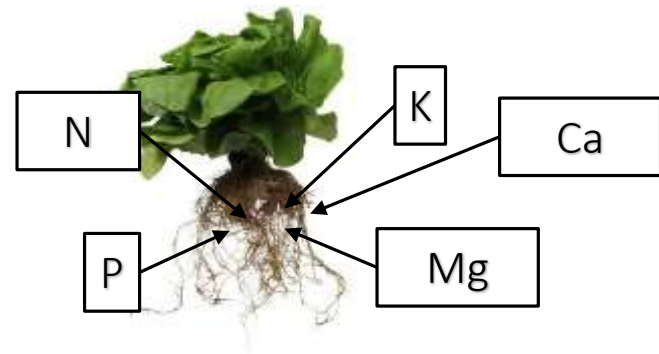
Phytodata

Plan de la présentation

1. Introduction
2. Hypothèses
3. Objectifs
4. Méthodologie
5. Résultats
6. Conclusions

Problématique

Absorption des nutriments



La réponse de la plante en
termes de rendement et de
balance nutritive

Il faut hiérarchiser les interactions afin de faciliter leur interprétation et la gestion de fertilisation

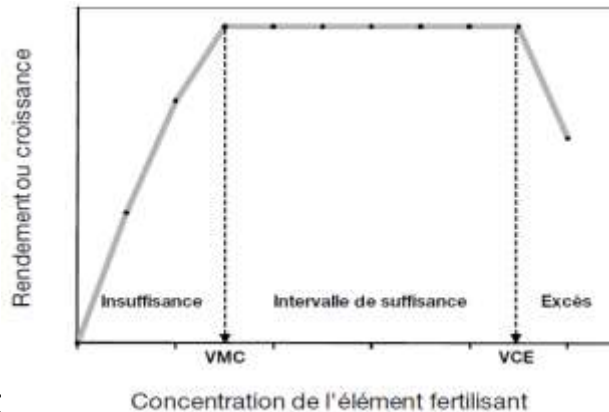
La fertilisation azotée au Québec

Analyse (g N _{total} kg ⁻¹)	Recommandation (kg N ha ⁻¹) Laitue
0 – 17	120-150
17.1 - 20.0	80-120
20.1 - >20.1	60-80

- ☹ Précision ?
- ☹ Tient en compte seulement la teneur en N du sol
- ☹ Ne tient pas en compte des interactions entre les éléments

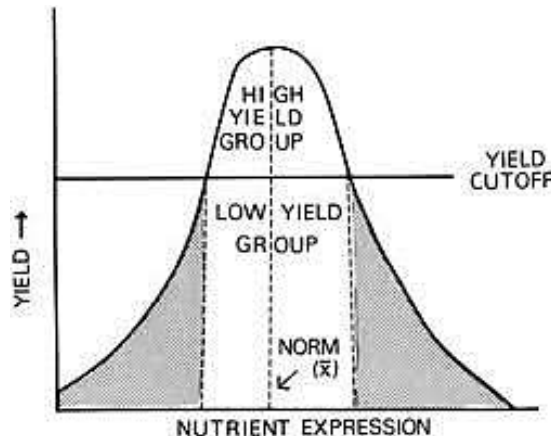
Méthodes de diagnostic foliaire fiables?

Valeurs critiques



☹ L'interaction entre les éléments

DRIS



☹ Indices au lieu de concentrations

Atteindre une fertilisation azotée adéquate...

Il est important de tenir compte de:



Teneur en C, N ...
→ Analyses de sol



Teneur en N, P, K, Mg...
→ Analyses foliaires

Hypothèses

- La réponse de la laitue aux ajouts d'azote dépend des concentrations en C et en N des sols organiques.
- Les standards de balances nutritives de la laitue peuvent être établis à partir des essais de fertilisation azotée.

Objectifs

Améliorer la gestion de l'azote dans la fertilisation des productions de laitue en sols organiques

- Relier des analyses de C et de N dans les sols organiques aux besoins en N de la culture afin d'élaborer un diagnostic de sol.
- Élaborer des standards de balances nutritives pour l'obtention de hauts rendements afin d'élaborer un diagnostic foliaire.

Méthodologie

Montage et analyse des jeux
de données

→ Analyses de sol

→ Analyses Foliaires

**Modèle de
recommandation**

Description de la base de données

	Laitue
Variétés	Romaine, pommée, frisée
Méthode de plantation	Semée ou transplantée
Dose de N (kg N ha ⁻¹)	0 -150

Bloc 1	104 - I	103 - H	102 - K	101 - J	2.80 m
Bloc 2	221 - K	220 - J	219 - I	218 - H	
Bloc 3	326 - K	325 - J	324 - H	323 - I	

Laitue : 6 - 10 m

Analyses de sol

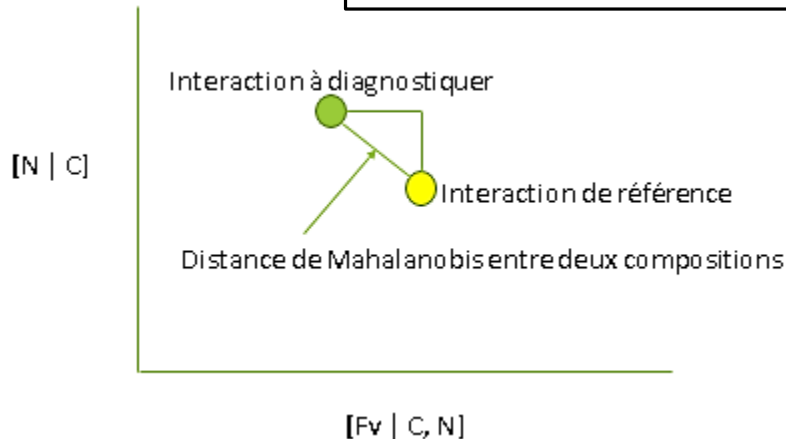
Log ratio isométrique

→ Indice pour le diagnostic de fertilité du sol

$$ilr_{[N|C]} = \sqrt{\frac{1}{2}} \ln \left(\frac{C}{N} \right) \quad ilr_{[Fv|C,N]} = \sqrt{\frac{2}{3}} \ln \left(\frac{\sqrt{C \times N}}{Fv} \right)$$

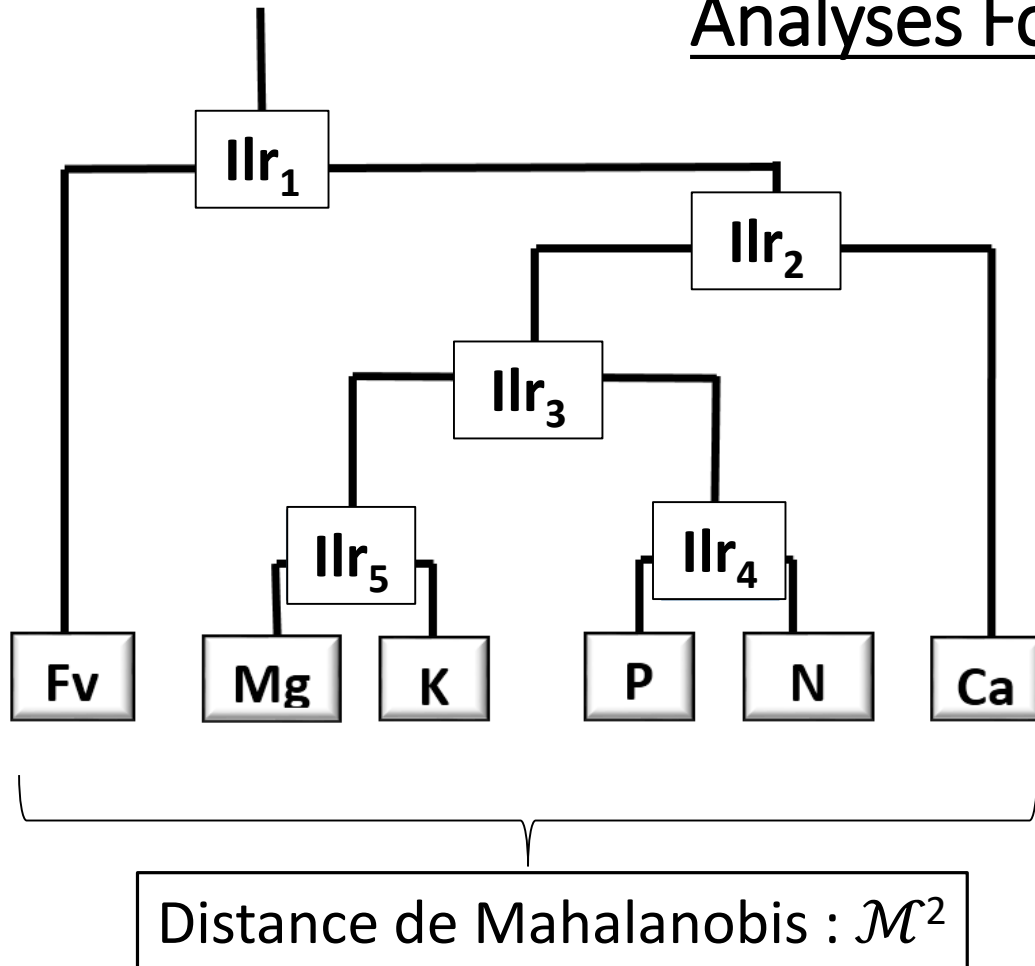
$$Fv = 100 \% - \%C - \%N$$

Distance de Mahalanobis : \mathcal{M}^2



Modélisation par **méta-analyse**
(Metawin version 2 et Excel 2013) :
Rendements classés en groupes

Analyses Foliaires



Balance nutritive

$$\text{Ilr}_1 = [\text{Fv} \mid \text{N}, \text{P}, \text{K}, \text{Ca}, \text{Mg}]$$

$$\text{Ilr}_2 = [\text{N}, \text{P}, \text{K}, \text{Mg} \mid \text{Ca}]$$

$$\text{Ilr}_3 = [\text{K}, \text{Mg} \mid \text{N}, \text{P}]$$

$$\text{Ilr}_4 = [\text{P} \mid \text{N}]$$

$$\text{Ilr}_5 = [\text{Mg} \mid \text{K}]$$

Méthode Cate-Nelson → Rendement vs Distance de Mahalanobis

Définir standards des balances nutritives

RÉSULTATS

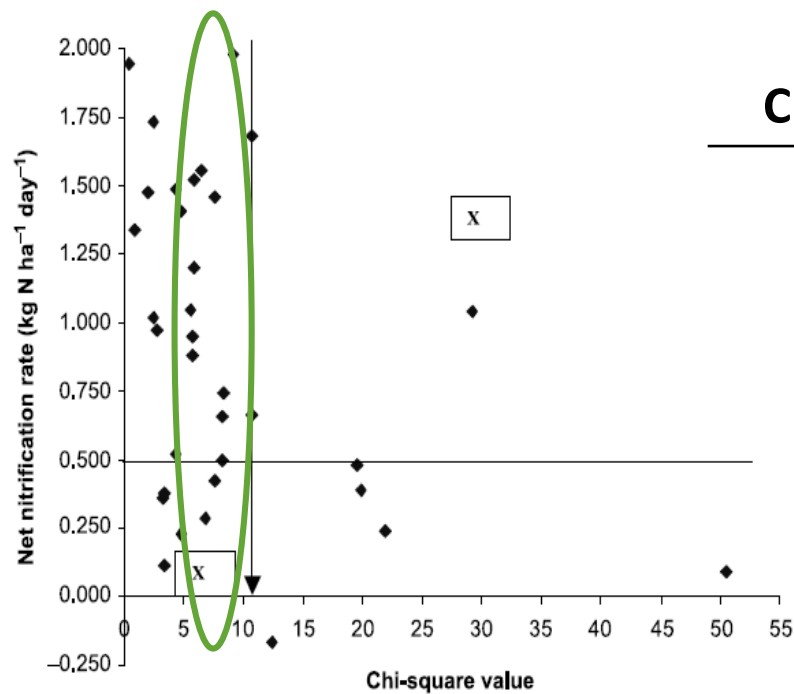
-ANALYSES DES SOLS -



-Propriétés du sol-

Laitue			
Propriété du sol	Unités	Moyenne	Intervalle
C total	%	45.2	32.7 – 49.5
N total	%	2.03	1.52 – 2.72
Rapport C/N	-	22.7	15.9 - 29.9
\mathcal{M}^2	-	4.0	0.2 - 8.9

Réponse à la fertilisation azotée dans les classes de fertilité des sols



Duguet et al., 2006

Classe	Réponse	Laitue
1	Faible	$\mathcal{M}^2 < 1.0$
2	Moyenne	$1.0 < \mathcal{M}^2 < 5.5$
3	Forte	$\mathcal{M}^2 > 5.5$

Classe 1 :aucune réponse $\mathcal{M}^2 < 1.0$

\mathcal{M}^2	Méthode	Dose de N (kg N ha ⁻¹)	Rdt (t ha ⁻¹)	Exp (RR)
0.25	Transplant (1)	30	65	0.98 nd
0.25		60	62	
0.25		120	60	
0.30	Semis (1)	30	27	0.95 nd
0.30		60	30	
0.30		120	30	

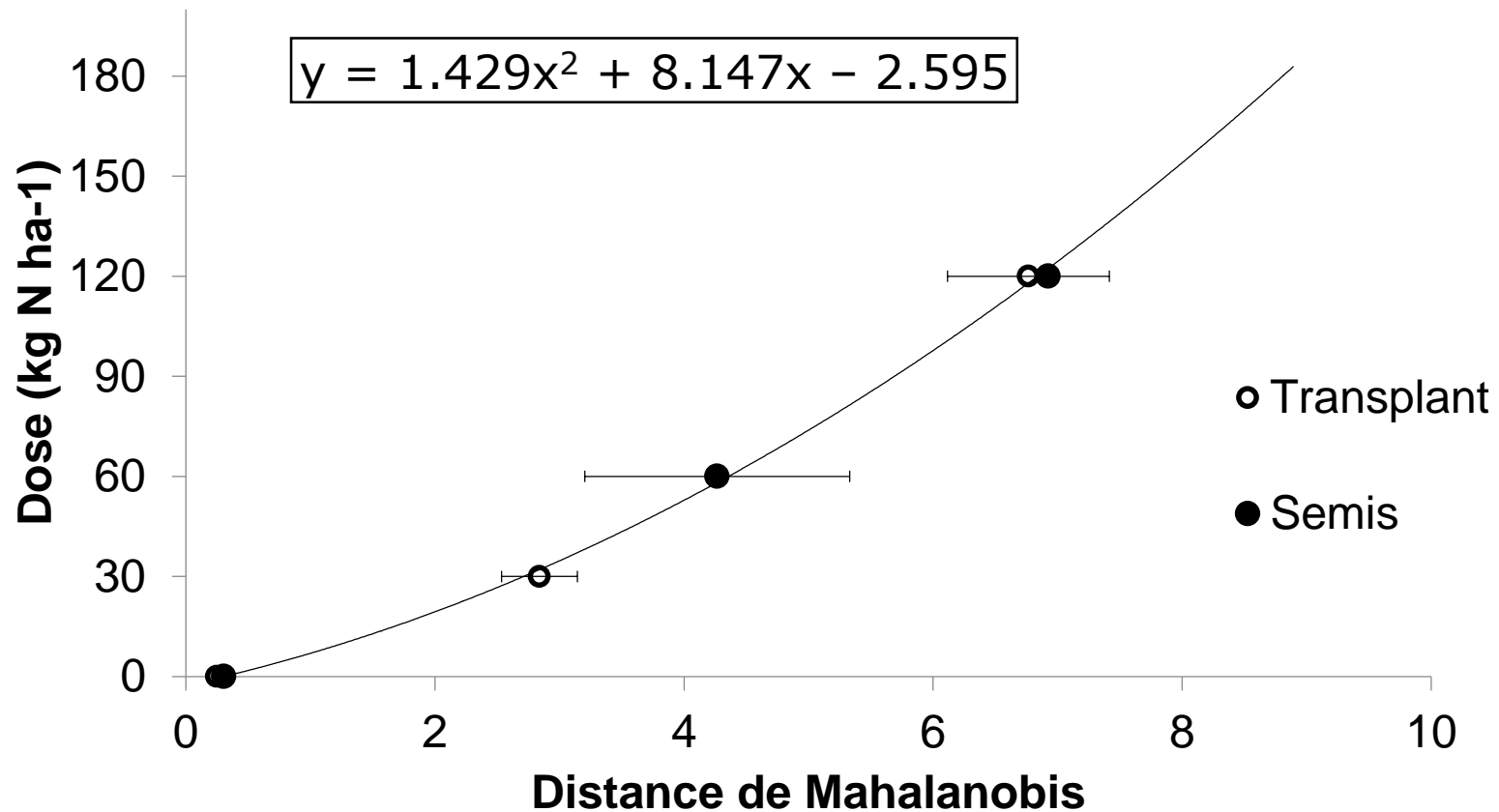
Classe 2 : moyenne réponse $1.0 < \mathcal{M}^2 < 5.5$

\mathcal{M}^2	Méthode	Dose de N (kg N ha ⁻¹)	Rdt (t ha ⁻¹)	Exp(RR)
2.84	Transplant (9)	30	40	1.10 [*]
2.81		58	44	1.09 ^{ns}
2.20		90	35	1.05 [*]
2.81		125	44	1.11 ^{ns}
2.95	Semis (6)	30	29	1.04 [*]
4.27		60	32	1.33 [*]
2.04		80	40	1.24 ^{ns}
4.27		120	31	1.31 ^{ns}

Classe 3 : forte réponse $\mathcal{M}^2 > 5.5$

\mathcal{M}^2	Méthode	Dose de N (kg N ha ⁻¹)	Rdt (t ha ⁻¹)	Exp(RR)
8.36	Transplant (3)	30	31	1.49 [*]
6.77		60	47	1.97 ^{ns}
6.77		120	52	2.18[*]
6.92	Semis (4)	30	34	1.09 [*]
6.92		60	33	1.06 [*]
6.92		120	36	1.13[*]

Modèle de recommandation de fertilisation azotée

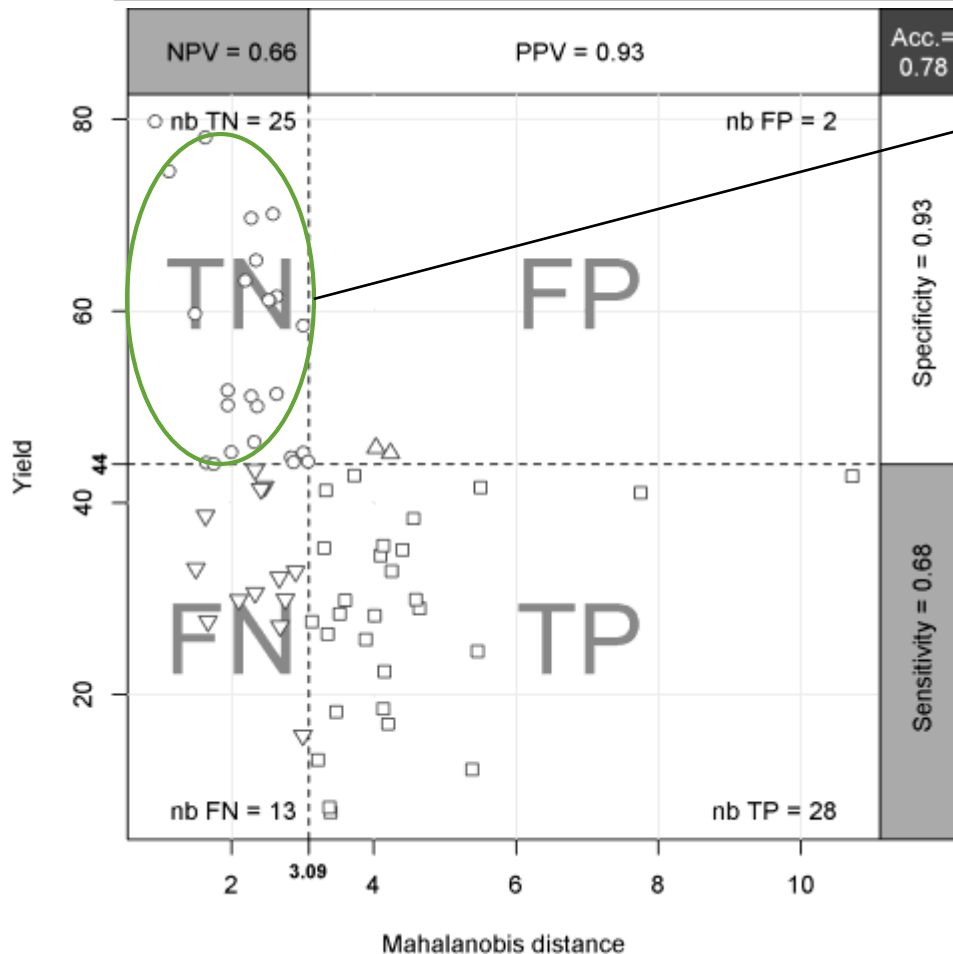


RÉSULTATS

-ANALYSES FOLIAIRES-



Analyse Cate-Nelson



Standards des balances

- Vrai négatif (TN) : la teneur du nutriment est adéquate
- Vrai positif (TP) : Au moins un élément est déséquilibré
- Faux négatif (FN) : un autre facteur es limitant
- Faux positif (FP) : sous-optimal, consommation de luxe, contamination

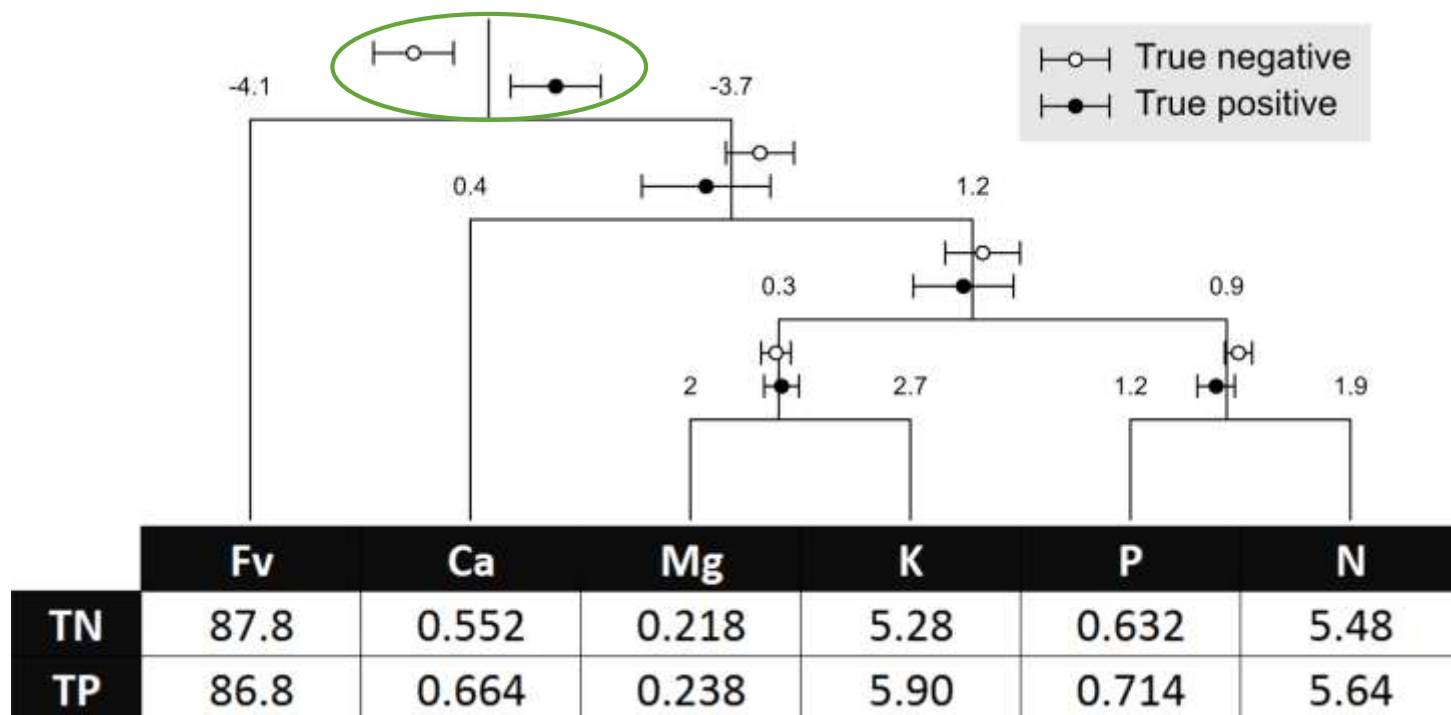
Standards des Balances

Balance	Laitue		
	LI	Moyenne	LS
[Fv N,P,K,Mg,Ca]	-3.978	-3.941	-3.905
[N,P,K,Mg Ca]	0.774	0.842	0.909
[K,Mg N,P]	0.494	0.551	0.608
[P N]	1.478	1.527	1.576
[K Mg]	2.197	2.254	2.310

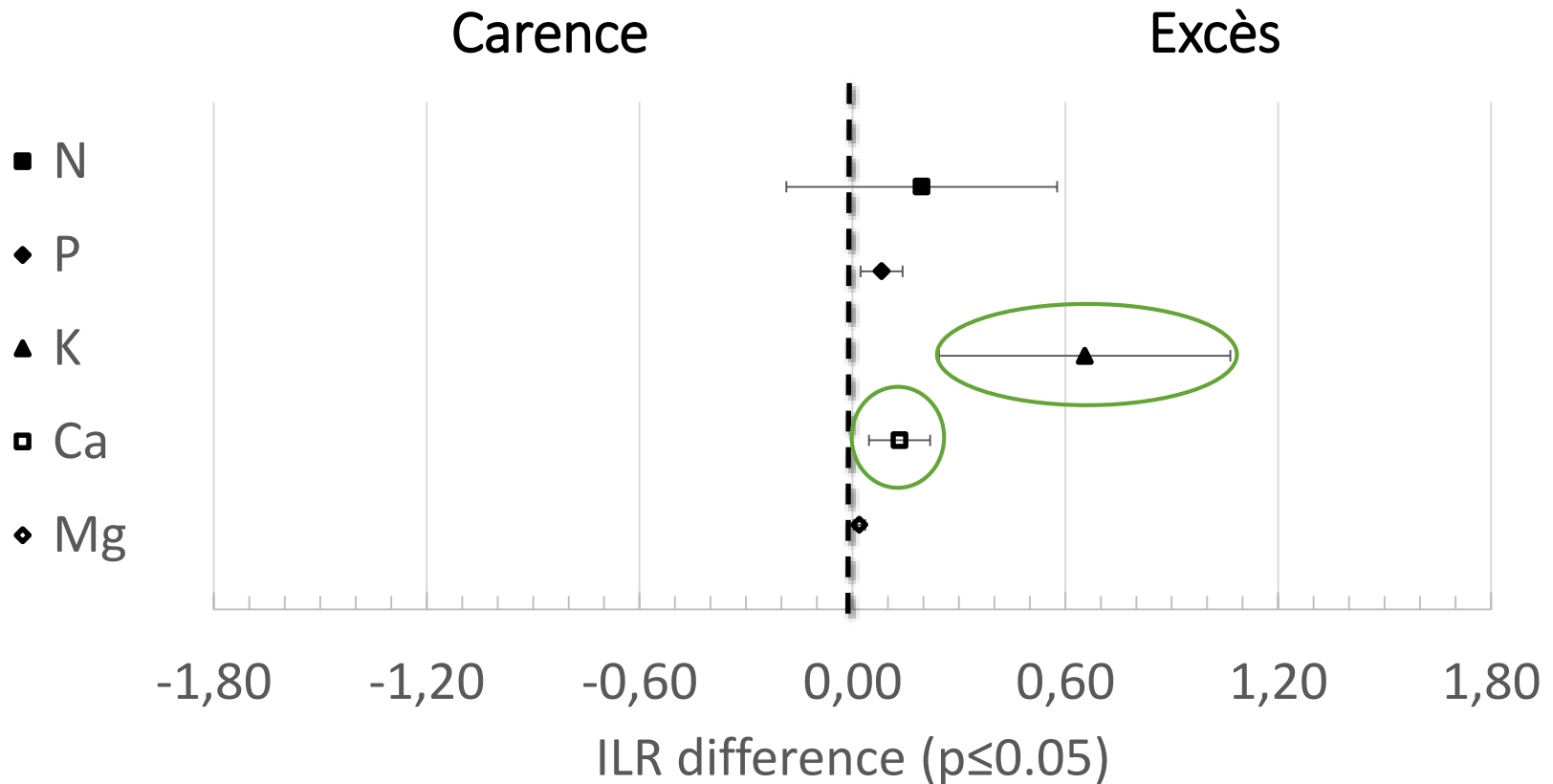
Standards de Balances

Concentration (%)	CRAAQ		
	Standards	LI	LS
N	5.48	2.50	5.00
P	0.63	0.45	0.60
K	5.28	5.00	9.00
Ca	0.55	1.50	2.00
Mg	0.22	0.40	0.80

Analyse par Balance : indices d'équilibre nutritif et évaluation des interactions entre les éléments nutritifs



Différences entre les concentrations des populations TP et TN



Conclusions

(1) La distance de Mahalanobis est un indicateur fiable du statut nutritif de la laitue, en permettant de mesurer l'équilibre des éléments nutritifs à partir des essais de fertilisation azotée.

(2) Le rapport isométrique et la méta-analyse permettent de diagnostiquer la réponse de la laitue à l'ajout de N.

Merci de votre attention!
... Gracias por su atención!

