

GROUPE TECHNIQUE SAB DU 15/10/2024

L'effet du **chaulage** et de la **fertilisation azotée** sur le rendement des cultures protéagineuses (pois, féverole)

Source : essai chaulage longue durée (16 ans) de Mouzeil (44)



Partenaire financier historique



Laurent Varvoux, Agronome, Terrena



Essai « Chaulage Azote » longue durée : plan de l'exposé



- Présentation du site
- Le protocole
- Les principaux résultats
- Les questions / échanges....



Objectifs de l'essai



Mesurer (sur la durée) **les effets** du chaulage sur :

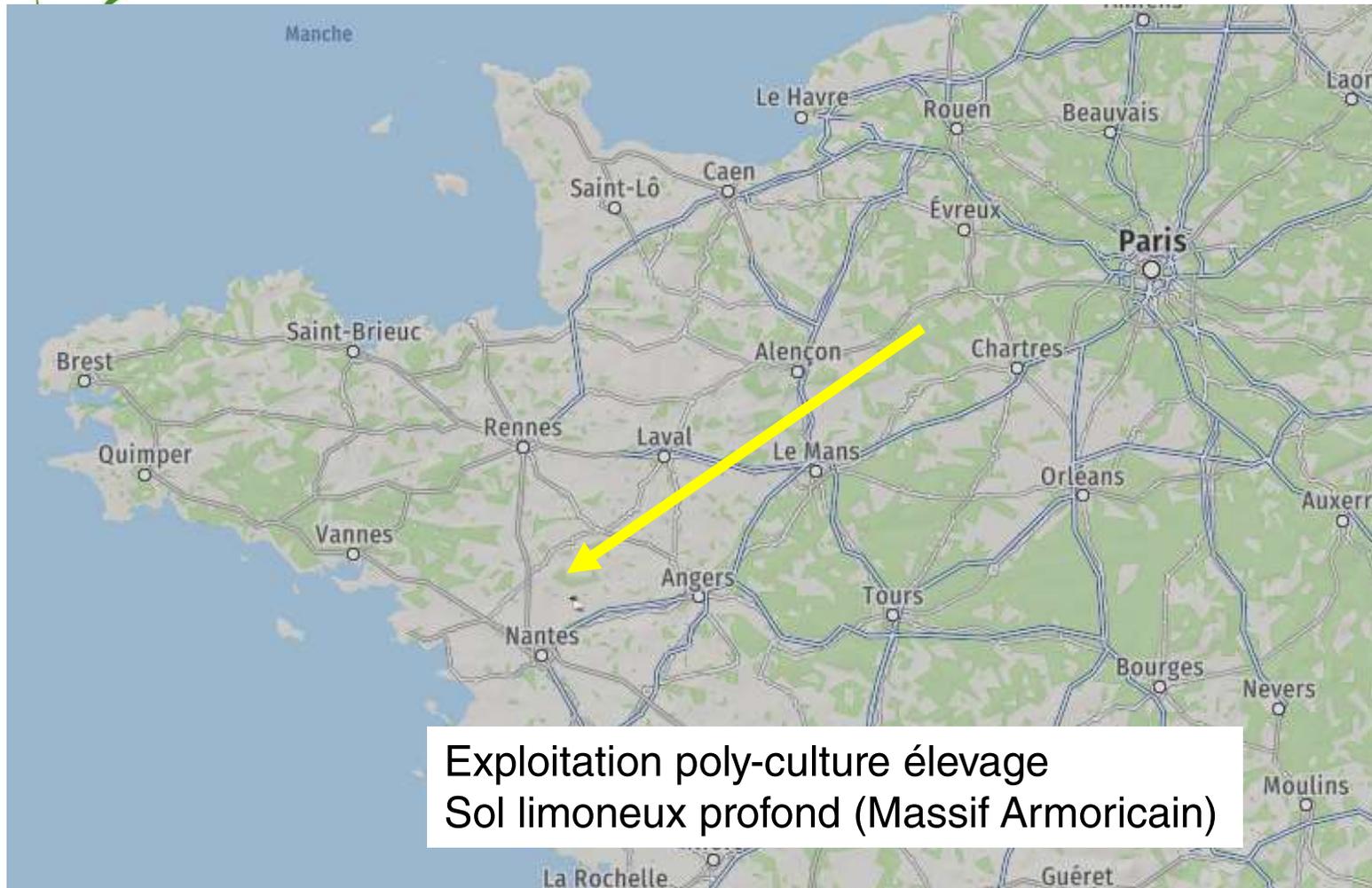
- L'état physique du sol
 - Avoir un site longue durée dans l'Ouest type « 42 parcelles de Versailles »
- Les teneurs chimiques du sol
- **La fourniture du sol en azote**
- L'activité biologique
- Le rendement des cultures



Mettre en place **un terrain de jeu** pour le futur pour tester des nouvelles méthodes d'analyses ...



Le site



Mise en place printemps 2009 (16 années en 23/24)



Essai chaulage / azote longue durée : le contexte



- **Mouzeil (44), Gaec La Sionnière puis Gaec Senssive**
- **Limon profond sain, non irrigué**
 - pH moyen au printemps 2009 : **5,8** (avant épandage)
 - pH moyen printemps 2021 : **6** (parcelles chaulées)
- **Travail du sol : en « Non Labour » depuis 1998**
 - gradient de MO potentiel en surface...
- **Rotation « élevage » mais sans apport effluent sur l'essai**
 - Pour éviter le biais / valeur neutralisante et fourniture d'azote
 - **Pas d'apport de PK minéral (sol faiblement pourvu en PK)**



Blots (4)

Votre parcelle
4 SOL - 1 ha
Feuille de renseignements : 6917

GAEC SIONNIERE
LA SIONNIERE
44440 TEILLE

Identification de l'échantillon

Référence échantillon : **2009 - 118540**
Référence dossier : 2009030747 Coopérative : TERRENA LABORATOIRE
Date du prélèvement : 30/04/2009 Relais : 4202 - SERVICE AGRONOMIE CONSEIL
Date de Réception (Début d'Analyse) : 12/05/2009 Technicien : VARVOUX
Date d'édition : 04/06/2009

Caractéristiques de votre parcelle

Volume du sol exploité par les racines	Degré d'activité biologique du sol	Aptitude du sol à stocker des éléments	Granulométrie Avec Décalcification si Calcaire total ≥ 100 g/kg	Risque de Battance	
				Très important	Important
Charge en cailloux (> 2 mm) < 15%	Matières Org. 19.7 g/kg Calcaire total* 0 g/kg	Capacité d'échange cationique CEC (Metson)* Extraction à pH 7 63 mEq/kg			
Profondeur du sol exploitable par les racines 90-120 cm	pH Eau* 5.8				
TF F N E TE	TF F N E TE	TF F N E TE			

Légende : TF = Très Faible, F = Faible, N = Normal, E = Elevé, TE = Très Elevé

Etat de fertilité de votre parcelle

Elément	M.O.	pH Eau*	P2O5 (tech)*	K2O (tech)*	MgO (tech)*	K2O (tech)*	CaO (tech)*	B (eau)*	Cu (EDTA)* (EDTA)*	Zn (EDTA)* (EDTA)*
Vos Résultats	19.7	5.8	0.02	0.10	0.10	1.00	1.16	0.41	3.4	3.2
Unités	g/kg		g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Teneurs souhaitables	21.8	6.4	0.10	0.12	0.07	1.00	1.43	0.13	1.5	0.8
	28.3	6.9	0.16	0.16	0.11	2.50	1.96	0.19	2.2	1.2

cofrac ESSAIS Accreditation Cofrac N°1-1844 Fiche disponible

Taux de saturation (CEC): 77 %, dont 66% pour le calcium échangeable
CEC estimée au pH réel: 48 mEq/kg

Azote Total 1.12 g/kg C/N 10.10

Azote Potentiellement Minéralisable GAMMSOL Epiciés : 18.38 mg/kg

Saturation de la CEC

- CaO
- K2O
- MgO
- H+

L'analyse de sol avant épandage 2009



Protocole « chaulage » avec « chaux vive »



– 1^{er} chaulage

- Chaulage massif : 1 seule fois en 08/09 : 1000 u VN (Chaux vive 75 15)
- Chaulage fractionné : 3 fois 333 VN

– Puis 4 années sans chaulage

– 2^{ème} chaulage en 15/16

- Chaulage massif : 1 seule fois en 15/16 : 1000 u VN (Chaux vive 73 17)
- Chaulage fractionné : 3 fois 333 VN

– Puis 3 années sans chaulage

– 3^{ème} chaulage en 21/22

- Chaulage massif : 1 seule fois en 21/22 : 1100 u VN (Chaux vive 70 17)
- Chaulage fractionné : 2 fois 550 VN

– Puis X années sans chaulage

Année récolte	Cultures	Rdt /ha	ET/ CV	Dose N X (u)	Chaulage Massif : M Fractionné : F	Observations
2009	CV / Maïs F	10 t MS	0,83t /7%	60	Oui M et F1 (1/3)	
2010	Pois H	19 q	7,7q/30%	0	Oui F2 (1/3)	Effet dépressif de la dose d'azote mise sur le précédent
2011	Blé	63 q	4,8q/7%	120	Oui F3 (1/3)	
2012	Colza	48 q	2q/4%	100	Non	
2013	Blé	66 q	3,4q/5%	140	Non	
2014	Colza	26 q	6,2q/25%	140	Non	
2015	Blé	74 q	3,6q/5%	140	Non	
2016	RG / Maïs F	8 t MS	0,7t/7%	70	Oui M et F1 (1/3)	Dérobé = Protéolys
2017	Blé	60 q	5q/8%	140	Oui F2 (1/3)	
2018	RG / Maïs F	14 t MS	0,9t/5%	120	Oui F3 (1/3)	Dérobé = Protéolys (surtout RGI)
2019	Blé	65 q	2,3q/4%	80	Non	
2020	RG / Maïs F	6 t MS	0,7t/10%	120	Non	Souci rendement : semis tardif après RG puis canicule
2021	Blé	76 q	5,2q/7%	160	Non	
2022	RG / Maïs F	6 t MS	0,7t/10%	100	Oui M et F1 (1/2)	Dérobé = RGI, souci rendement : semis tardif après RG + canicule + carence en Potassium
2023	Blé	52 q	5,4q/10%	100	Oui F2 (1/2)	
2024	Féverole	30 q	3,3q/9%	0	Non	Effet significatif du chaulage. Effet dépressif de la dose d'azote mise sur le précédent



Protocole « Azote »



- 3 doses d'azote pendant 9 campagnes
 - $X - 30 \text{ u N}$
 - $X \text{ u N}$
 - $X + 30 \text{ u N}$
- Arrêt des différenciations de doses N en 17/18
 - Puis 7 campagnes avec la même dose partout sauf les 3 témoins sans azote
- **Le tout croisé** avec 3 pratiques de chaulage
 - Rien
 - Fractionné
 - Massif

Pas d'azote depuis 16 ans
Chaulé ou pas

1	Témoïn sans N et non chaulé depuis 16 ans
2	Témoïn sans N + Chaulage fractionné
3	Témoïn sans N + Chaulage massif
4	X - 30, non chaulé depuis 16 ans
5	X, non chaulé depuis 16 ans
6	X + 30, non chaulé depuis 16 ans
7	X - 30 + Chaulage "massif"
8	X + Chaulage "massif"
9	X + 30 + Chaulage "massif"
10	X - 30 + Chaulage fractionné
11	X + Chaulage fractionné
12	X + 30 + Chaulage fractionné

Le protocole

3 doses d'azote
Non chaulé depuis 16 ans

3 doses d'azote
Chaulage « massif » depuis 16 ans

3 doses d'azote
Chaulage fractionné depuis 16 ans



Plan de l'essai



T7		T13		T5		T1	
T14		T10		T8		T2	
T9		T11		T6		T3	
T10		T15		T12		T4	
T11		T1		T14		T5	
T4		T12		T9		T6	
T15		T2		T3		T7	
T6		T14		T13		T8	
T13		T3		T15		T9	
T5		T8		T7		T10	
T1		T4		T2		T11	
T8		T7		T10		T12	
T3		T9		T4		T13	
T12		T6		T1		T14	
T2		T5		T11		T15	

15 modalités
4 répétitions
Alpha Plan



Le site d'essai



Blé 2019



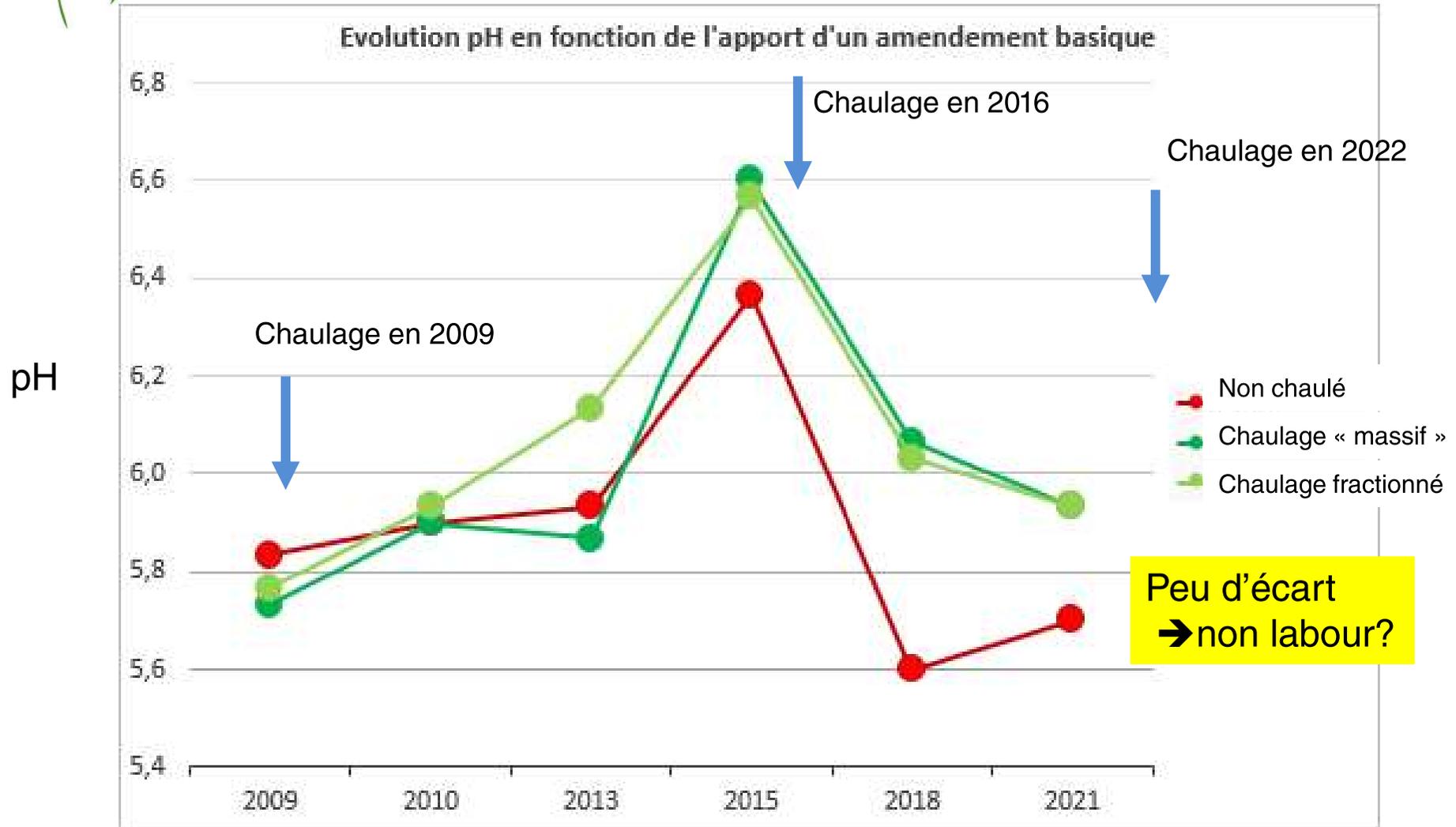
Essai « Chaulage Azote » longue durée



Les résultats



Relation chaulage / pH eau





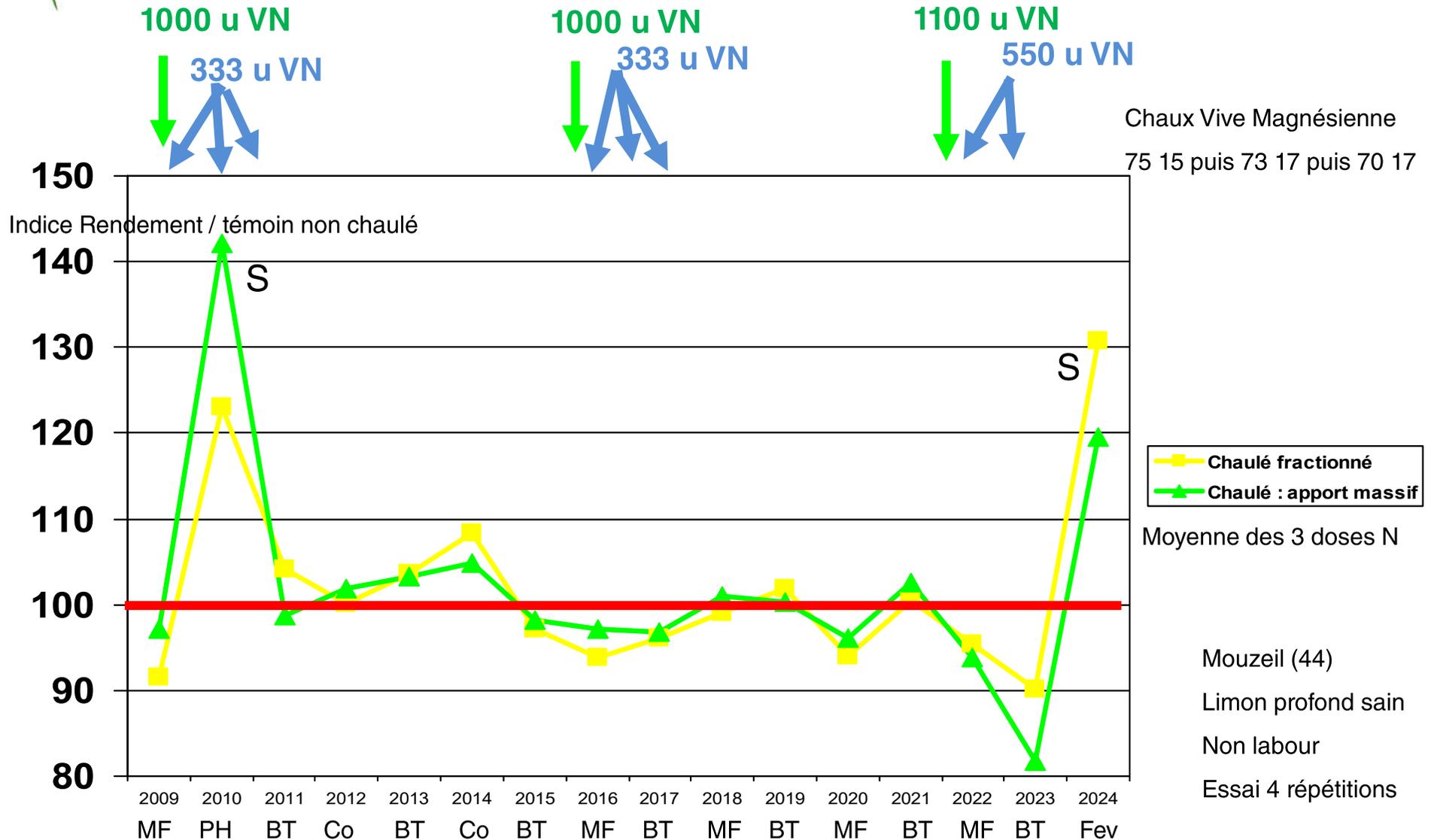
Effet du chaulage (tendances)



- Sur le **rendement des cultures**
 - Pas d'effet significatif sur les cultures : colza, blé, maïs fourrage
 - En raison de :
 - Sol sain, non hydromorphe, non labour (concentration MO en surface...)?
 - Effet **positif significatif** sur les **protéagineux**
 - Effet sur les nodosités?
 - Autre...



Essai chaulage longue durée Evolution des rendements





Effet du chaulage (tendances)



Sur le niveau de **reliquats azotés** post récolte
(automne)



Essai chaulage/azote longue durée

Evolution des reliquats azotés

post récolte automne

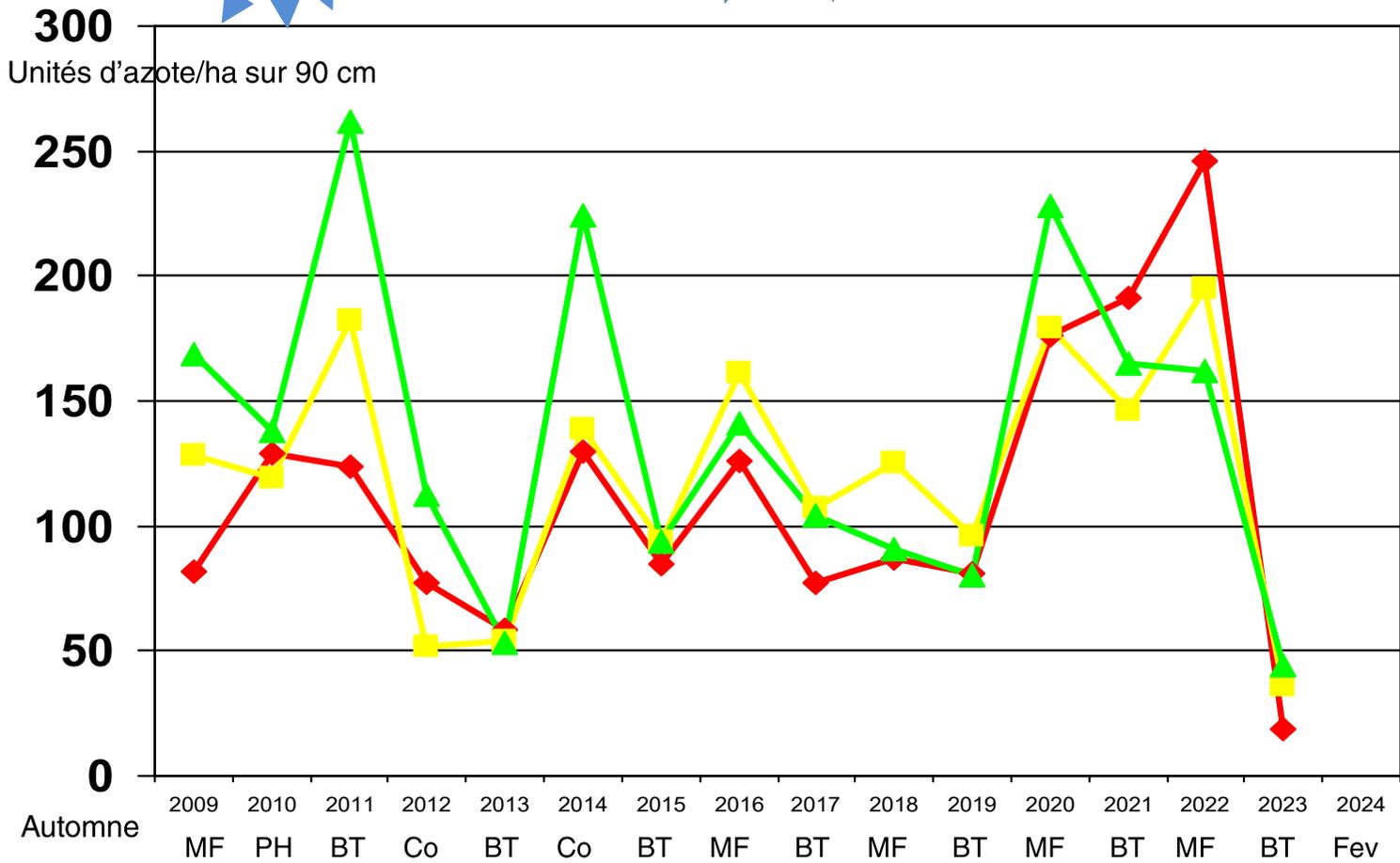


Chaux Vive Magnésienne
 75 15
 puis 73 17
 puis 70 17

1000 u VN
 333 u VN

1000 u VN
 333 u VN

1100 u VN
 550 u VN



Moyenne 15 ans
 Non chaulé 113 u
 Fractionné 121 u
 Massif 138 u

◆ Non chaulé
■ Chaulé fractionné
▲ Chaulé : apport massif

Sur la dose N : X – 30 u N

Mouzeil (44)
 Limon profond sain
 Non labour
 Essai 4 répétitions
 Mais 1 valeur /moda



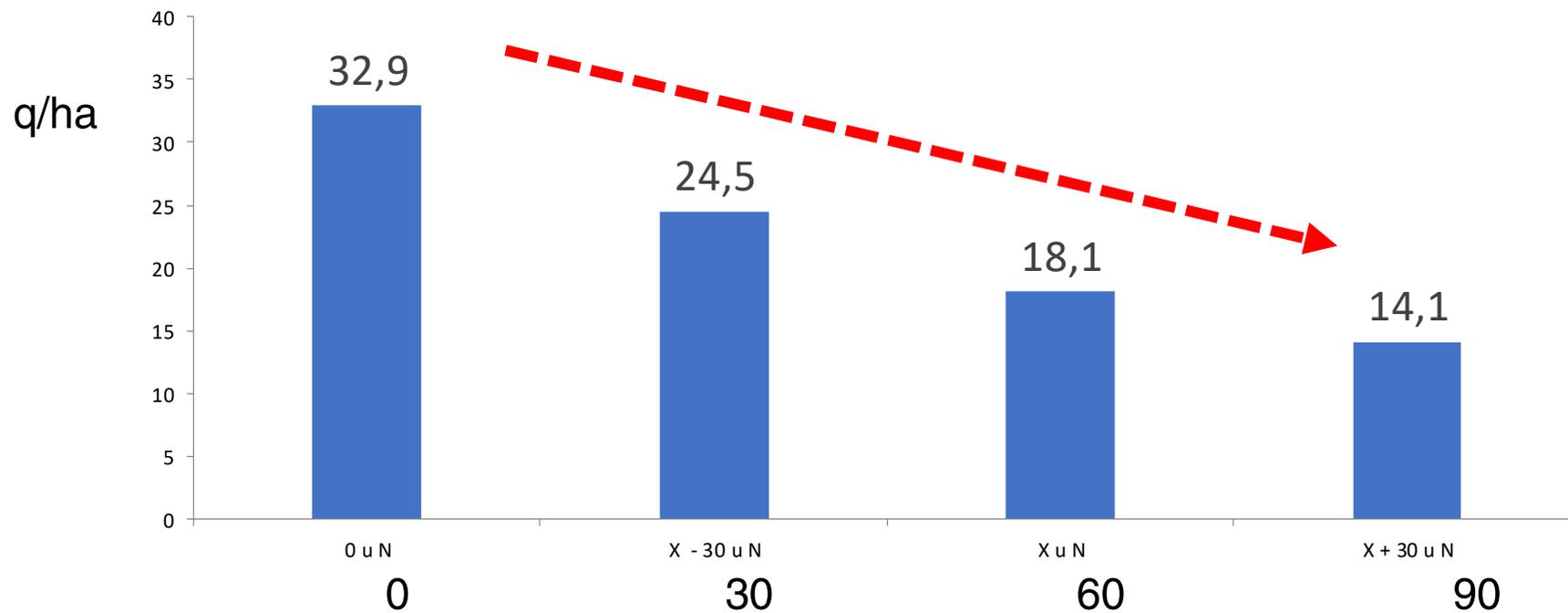
Effet de la fertilisation azotée du précédent



- Sur le **rendement des cultures**
 - Effet **positif** sur les cultures : colza, blé, maïs fourrage
 - Effet **néгатif** sur les protéagineux
 - ???



Rendement du Pois / fertilisation azotée du précédent

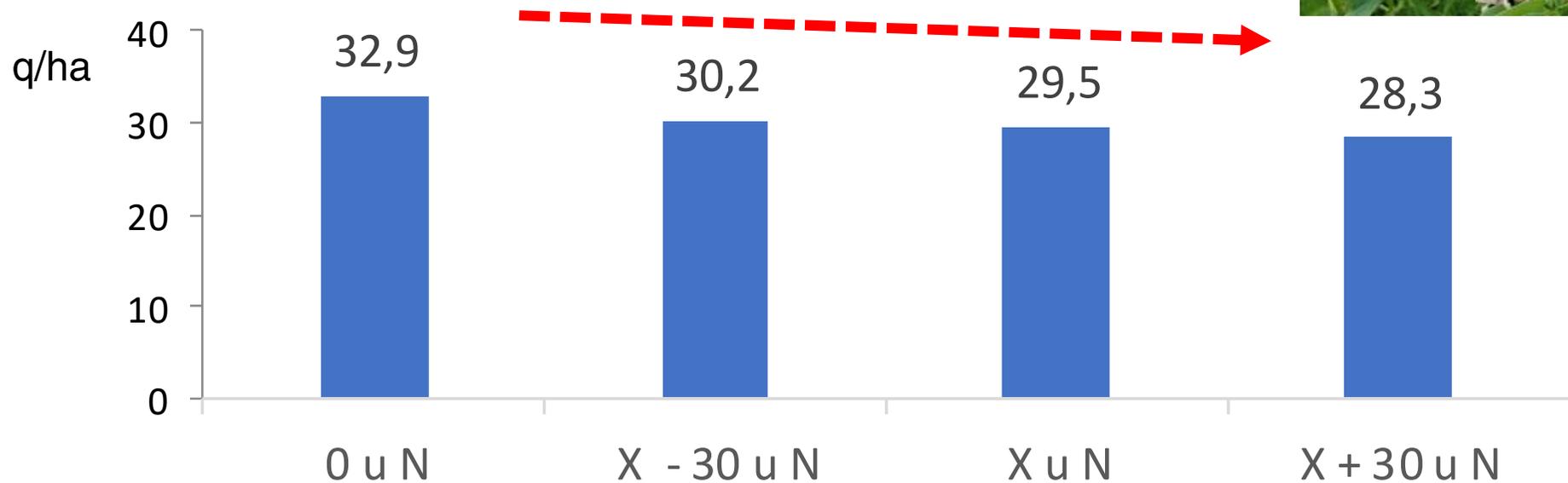


Fertilisation azotée du **précédent** : maïs fourrage (u N)

Récolte 2010, 2^{ème} année d'essai, moyenne modalités chaulées / non chaulées



Rendement de la féverole / fertilisation azotée du précédent



Fertilisation azotée des 16 **précédents (u N)**

Différence de doses les 9 premières années

Même dose les 7 suivantes

Récolte 2024, 16^{ème} année d'essai, moyenne modalités chaulées / non chaulées



A prévoir/faire sur l'essai...



- Analyses de sol sur plusieurs profondeurs (0-10, 10-20, 20-30 cm) pour vérifier le gradient du taux d'humus /non labour
- A la prochaine légumineuse : prélèvements de plantes à la floraison pour vérifier la nodulation et déterminer la part de l'azote qui provient des nodosités (% Ndfa)
- Après les analyses de sol de 2025
 - Effet de la fertilisation N sur l'évolution du pH
 - Evolution des teneurs P, K, Mg...



Hypothèses



- Le fait de ne pas mettre du PK minéral : pénalise le rendement sur les parcelles chaulées (blocage du P?)
- Effet chaulage sur les légumineuses = effet carence en Magnésie sur les modalités non chaulées?
- Le chaulage favorise le développement des nodosités
 - Quel est le pH idéal?
- Le chaulage diminue la pression maladies des légumineuses?
- Effet dépressif de l'azote sur le précédent
 - Si présence d'azote dans le sol, la légumineuse fait moins de nodosités? Thierry Tétu (Université d'Amiens)
- Le pH évolue peu : effet du travail du sol (pas de labour)?