

Synthèse reliquats azotés en sortie hiver sous céréales à paille

Février 2025

en région Pays de la Loire

➤ Introduction

Plusieurs acteurs ont participé au recueil des données des reliquats : la CAVAC, TERRENA, COOPERL, GENEOPOLIS, PELE AGRI-CONSEIL, AGRIAL, CAPL, ACTIS ENVIRONNEMENT et la Chambre régionale d'Agriculture des Pays de Loire.



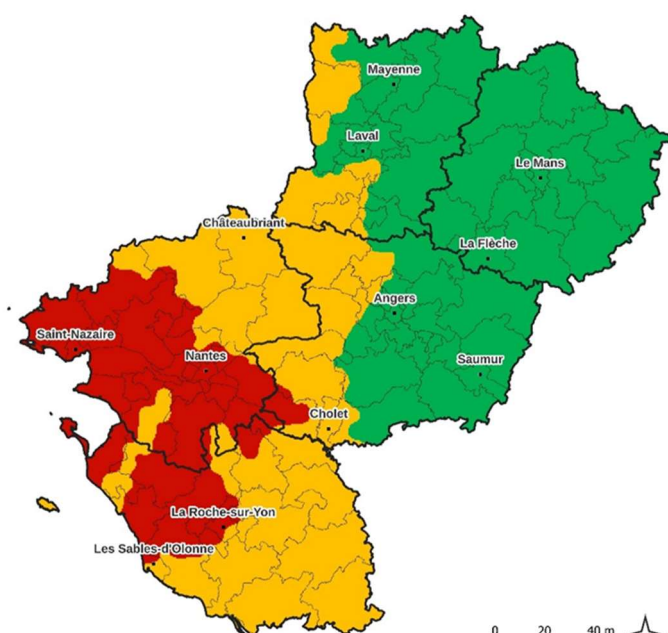
1802 parcelles ont été réceptionnées. 1679 parcelles correspondent à des mesures de reliquat sortie d'hiver réalisées sur céréales à paille en Pays de la Loire.

Les parcelles comprenant une valeur supérieure à 20 unités de N-NH₄ sur le premier horizon ou de 8 unités sur le deuxième horizon ont été retirées de la synthèse, soit 285 parcelles. Les parcelles avec une prairie retournée il y a 2 ans (13) ont été réintégrées pour un retrait final de 272 parcelles.

D'autre part, 296 parcelles avec soit une profondeur de sol supérieure à 40 cm avec une seule analyse en surface soit les parcelles avec une profondeur de sol supérieure à 80 cm avec une analyse sur seulement deux horizons ont également été retirées de la base.

Finalement **1110 parcelles ont été retenues** (342 avec un seul horizon, 693 avec deux horizons et 75 avec trois horizons).

La règle de calcul du COMIFER a été appliquée pour déterminer les reliquats valorisables (prise en compte pour N-NH₄ de 100 % en horizon 1, 33 % en horizon 2 et 0 % en horizon 3).



Carte des précipitations du 01/09/24 au 31/01/25 :

Zone A : entre 310 et 470 mm (méd. = 417)

Zone B : entre 470 et 550 mm (méd. = 511)

Zone C : entre 550 et 780 mm (méd. = 608)

Cette carte a été réalisée grâce à un recueil de données de stations météo (799) réparties sur l'ensemble de la région.

Des différences statistiques significatives ont été mises en avant entre les 3 zones climatiques.

➤ Synthèse des analyses

- 272 parcelles n'ont pas été prises en compte pour des valeurs trop élevées de N-NH₄ dans le premier (>20) ou second horizon (>8) (soit 15 % des échantillons totaux)
- **Tableau des résultats des reliquats sur sols peu profond (à un seul horizon en kg N/ha) :**
 - 567 parcelles sont des parcelles avec un seul horizon analysé
 - ✓ Seules 342 parcelles ont été retenues dans l'analyse

		Moyenne	Médiane	Ecart type	Nombre d'échantillons
	Moy. Pluvio du 01/09 au 31/01	1 horizon	1 horizon	1 horizon	1 horizon
ZONE A	entre 310 et 470 mm	15,1	14,0	6,5	26
ZONE B	entre 470 et 550 mm	22,7	20,1	9,7	296
ZONE C	entre 550 et 780 mm	21,4	19,9	6,2	20
ZONE A + B		22,1	19,8	9,7	322
ZONE A + C		17,8	16,9	7,0	46
ZONE B + C		22,6	20,1	9,5	316
ZONE A + B + C		22,0	19,8	9,5	342
dpt 44		26,3	28,3	6,5	11
dpt 49		16,3	15,4	7,0	19
dpt 53		15,1	14,0	4,5	5
dpt 72		15,3	13,9	7,3	8
dpt 85		22,5	19,9	9,6	299

Pour les parcelles à un horizon, il y a une différence significative entre les zones (A et B), (A et C), (A+C et B) et (B+C et A) mais pas entre les zones (B et C) et (A+B et C).

- **Tableau des résultats des reliquats sur sols moyennement profonds (à 2 horizons valorisables en kg N/ha) :**
 - 1142 parcelles sont des parcelles avec 2 horizons analysés
 - ✓ Seules 693 parcelles ont été retenues dans l'analyse

		Moyenne	Médiane	Ecart type	Nombre d'échantillons
	Moy. Pluvio du 01/09 au 31/01	2 horizons	2 horizons	2 horizons	2 horizons
ZONE A	entre 310 et 470 mm	34,5	29,6	19,8	332
ZONE B	entre 470 et 550 mm	38,3	35,3	17,9	202
ZONE C	entre 550 et 780 mm	33,1	29,0	15,1	159
ZONE A + B		35,9	31,9	19,2	534
ZONE A + C		34,0	29,4	18,4	491
ZONE B + C		36,0	32,6	16,9	361
ZONE A + B + C		35,3	31,2	18,3	693
dpt 44		38,5	32,6	23,7	30
dpt 49		37,0	34,1	16,9	66
dpt 53		32,3	26,4	21,0	169
dpt 72		38,8	34,1	20,5	150
dpt 85		34,4	31,1	14,4	278

Pour les parcelles à deux horizons, il y a une différence significative entre les zones (A et B), (B et C) et (A+C et B) mais pas entre les zones (A et C), (A+B et C) et (B+C et A).

- **Tableau des résultats des reliquats sur sols profonds (à 3 horizons valorisables en kg N/ha) :**

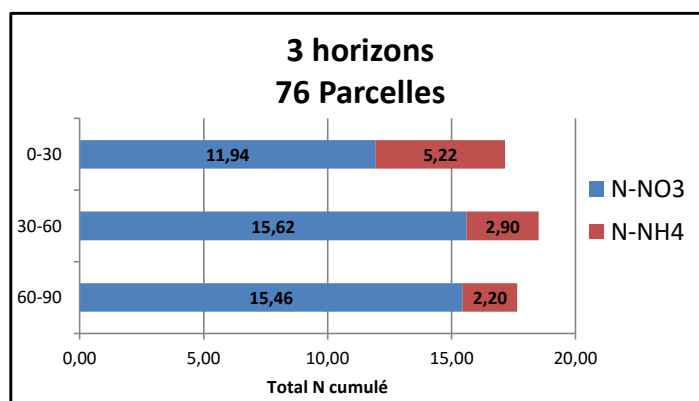
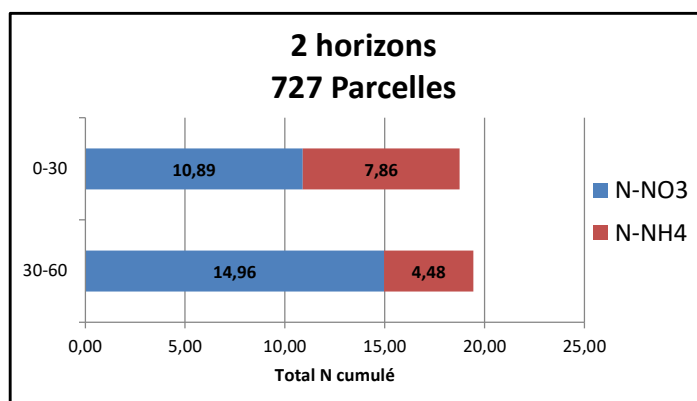
- 93 parcelles sont des parcelles avec 3 horizons analysés
- ✓ Seules 75 parcelles ont été retenues dans l'analyse

		Moyenne	Médiane	Ecart type	Nombre d'échantillons
	Moy. Pluvio du 01/09 au 31/01	3 horizons	3 horizons	3 horizons	3 horizons
ZONE A	entre 310 et 470 mm	50,4	47,2	22,0	61
ZONE B	entre 470 et 550 mm	46,5	41,3	26,5	13
ZONE C	entre 550 et 780 mm	36,6	36,6		1
ZONE A + B		49,7	46,5	22,7	74
ZONE A + C		50,2	46,9	21,9	62
ZONE B + C		45,8	39,0	25,6	14
ZONE A + B + C		49,5	46,4	22,6	75
dpt 44		41,2	34,1	27,2	6
dpt 49		47,3	46,2	10,5	9
dpt 53		41,3	38,7	19,4	13
dpt 72		54,0	53,9	23,8	40
dpt 85		49,4	43,7	27,7	7

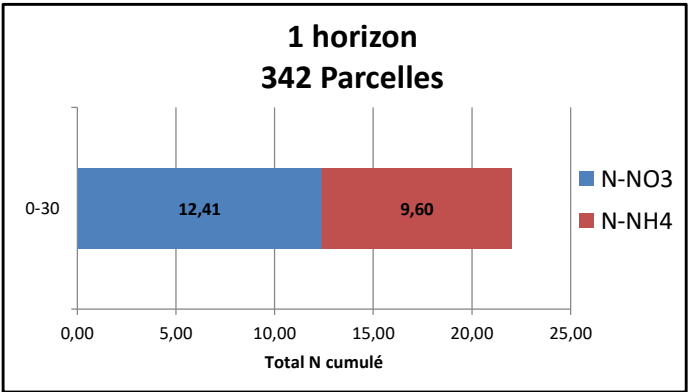
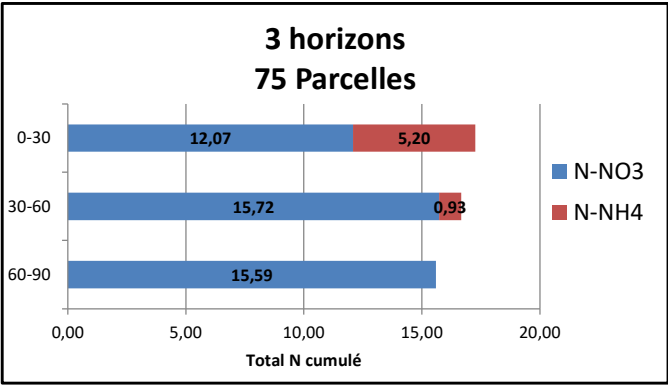
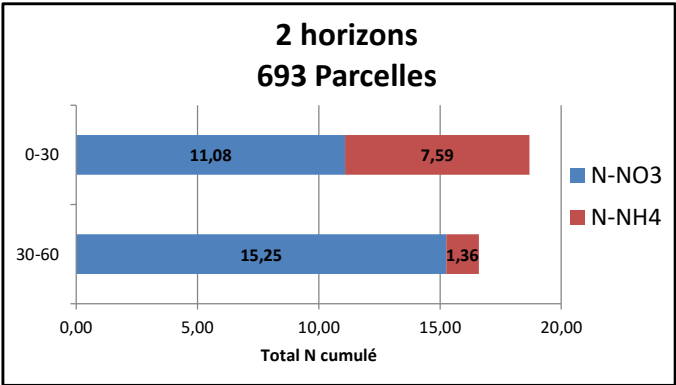
Pour les parcelles à trois horizons, il n'y a pas de différence significative entre les zones A, B et C (1 seule valeur pour la zone C).

- Graphiques montrant la répartition et la forme de l'azote dans le profil :

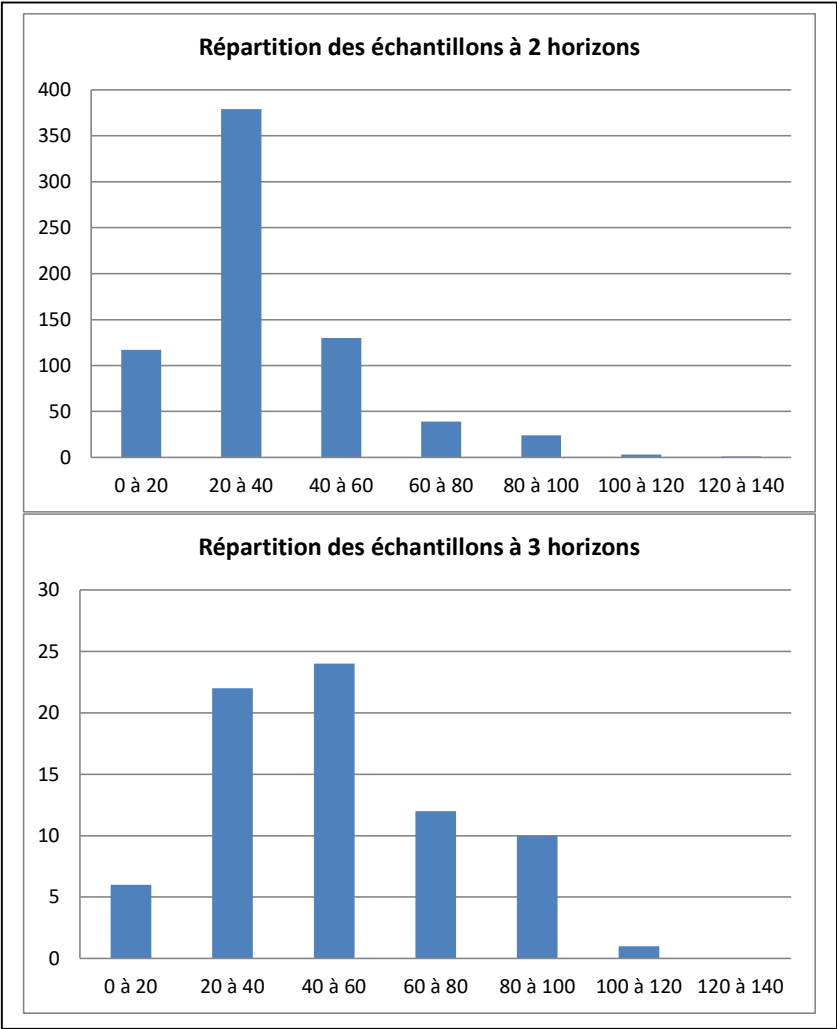
Analyses brutes : les valeurs N-NH4 non cohérentes ont été laissées volontairement.



Reliquats valorisables : après application de la méthode COMIFER et suppression des valeurs non cohérentes (en N-NH4)



- Graphiques montrant la répartition des valeurs des reliquats valorisables pour les parcelles à 2 et 3 horizons.



➤ **Tableau récapitulatif des moyennes de reliquats selon les types de sol, les précédents**

	Zones	Moyenne	Nombre	Texture de sol			Si précédents par rapport à tous				Autres critères	
				Sable	Limon	Argile, argile calcaire et marais	Maïs	Colza	Tournesol	Céréales	Apport avant céréales	
1 HORIZON	A	15,1	26	15,15								
				21								
	B	22,7	296	21,66		24,51	-3,2		-4,4			
				196		91	135		38			
	C	21,4	20		21,52							
				1	19	0						
	B+C	22,6	316	21,63		24,51						
				216		91						
2 HORIZONS	A	34,5	332	34,21						-5,9		
				314						37		
	B	38,3	202	37,76			-6,8	16,7				
				192			93	21				
	C	33,1	159	33,16								
				145								
	A+C	34	491	32,71		39,5						
				380		79						
3 HORIZONS	A	50,4	61	54,19		36,86		15,2				
				30		8		11				
	B	46,5	13	49,65								
				11								
	C	36,6	1									
				0	1	0						
	A+B+C	49,5	75	52,47		43,89		16,3				
				36		14		11				

Le tableau ci-joint met en avant uniquement les résultats statistiquement différents (student : différences sur moyennes des reliquats).

Si cellule sans chiffre : absence de différence significative entre les facteurs.

pas de données

Différences statistiquement significatives observées :

- Type de sol
 - sur 1 horizon : différence significative entre le type de sol argile et le type de sol sable et entre le type de sol argile et le groupe (limon + sable) pour la zone B. Pour la zone ABC, différence entre le type de sol argile et le type de sol sable, entre le type de sol limon et le type de sol sable, entre type de sol argile et le groupe (limon + sable) et entre type de sol sable et le groupe (argile + limon).
 - sur 2 horizons : différence significative entre le type de sol argile et le type de sol sable et entre le type de sol argile et le type de sol limon et entre le type de sol argile et le groupe (limon + sable) pour la zone ABC et la zone AC.
 - sur 3 horizons : pas de différence significative pour la zone ABC.

- Précédents
 - Protéagineux, Prairies : aucune différence significative
 - Maïs :
 - ✓ Sur 1 horizon : - 3,2 pour la zone B et - 2,8 pour le cumul des zones ABC
 - ✓ Sur 2 horizons : - 6,8 pour la zone B et - 4,6 pour le cumul des zones ABC
 - Colza :
 - ✓ Sur 2 horizons : + 16,7 pour la zone B et + 11,2 pour le cumul des zones ABC
 - ✓ Sur 3 horizons : + 15,2 pour la zone A et + 16,3 pour le cumul des zones ABC
 - Tournesol : sur 1 horizon : - 4,4 pour la zone B et - 4,3 pour le cumul des zones ABC
 - Céréales : sur 2 horizons : - 5,9 pour la zone A et - 4,7 pour le cumul des zones ABC
- Autres critères
 - Apports organiques des années précédentes : aucune différence significative
 - Derrière retournement de prairies : aucune différence significative
 - Apports organiques avant céréales :
 - ✓ Sur 1 horizon : - 5,3 pour le cumul des zones ABC
 - ✓ Sur 2 horizons : - 11,6 pour le cumul des zones ABC

Tableau retenu pour le conseil suite à la validation au GREN du 25/02 :

	Zones	Texture de sol			Si précédents par rapport à tous	
		Sable	Limon	Argile, argile calcaire et marais	Maïs/Tournesol/Céréales	Colza
Sols peu profonds < 30 cm	A + B + C	22			-5*	+12*
Sols moyennement profonds 30 à 60 cm	A + B + C	34		40	-5*	+12*
Sols profonds > 60 cm	A + B + C	50			-5*	+12*

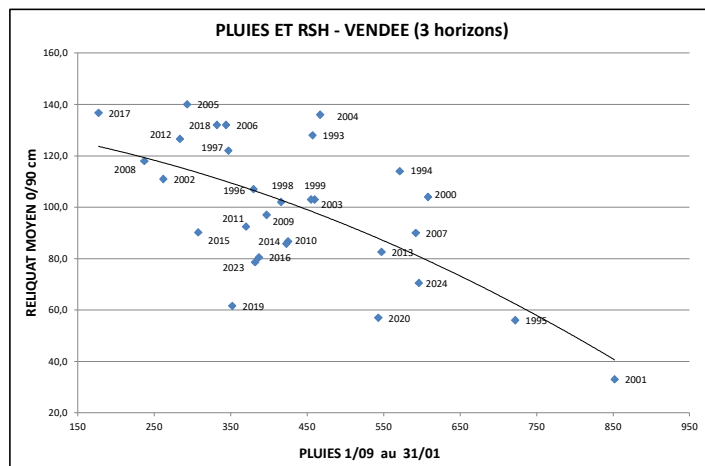
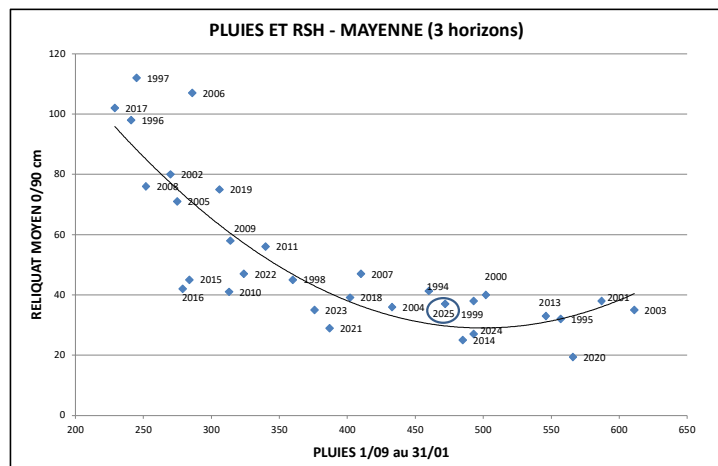
➤ Conclusions et limites pour 2025 et voies d'amélioration pour 2026 :

- Nombre de participants identique à 2024 mais qui reste limité à 9 (11 en 2022)
- Augmentation du nombre de parcelles par rapport à 2024 (25 % de baisse par rapport à 2023 : conditions de réalisation des reliquats difficiles/sol ressuyé et réorientation vers des analyses de sol par rapport à une pluviométrie élevée), mais un nombre de parcelles à 3 horizons qui se maintient
- Nombre important de parcelles avec 1 seul horizon, alors que le sol est décrit comme sol à plus de 40 cm de profondeur (182 cas) ou les parcelles avec une profondeur de sol supérieure à 80 cm avec une analyse sur seulement deux horizons (114 cas) : augmentation des renseignements fournis sur la profondeur d'enracinement et incitation à faire des prélèvements correspondant à la profondeur du sol
- Manque de données pour certaines parcelles (précédents, types de sol, apport organique...) : des catégories de sols par zone se retrouvent sans données
- Niveau N-NH4+ (surface et profondeur) trop élevées pour 272 parcelles (15 %) (21 % en 2024) : efforts réalisés à poursuivre sur les conditions de prélèvements et de conditionnement des échantillons pour éviter des valeurs incohérentes de N/NH4
- Respect des délais pour la réception des données

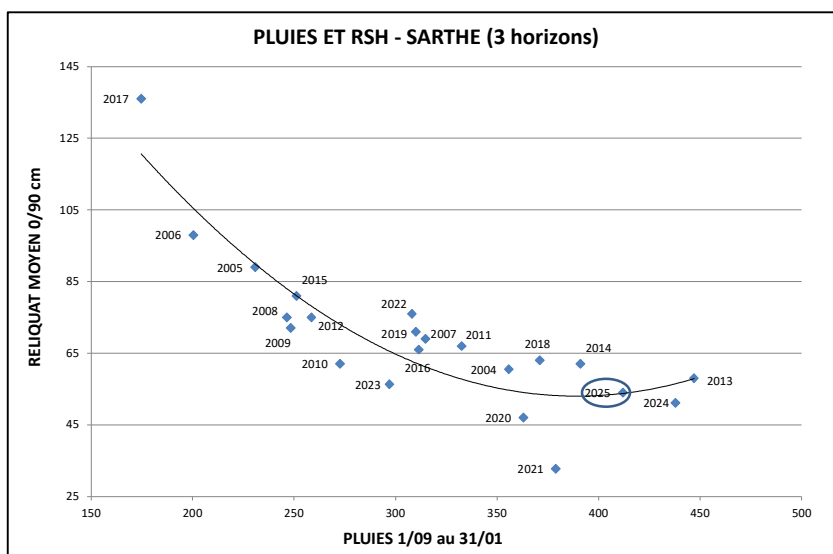
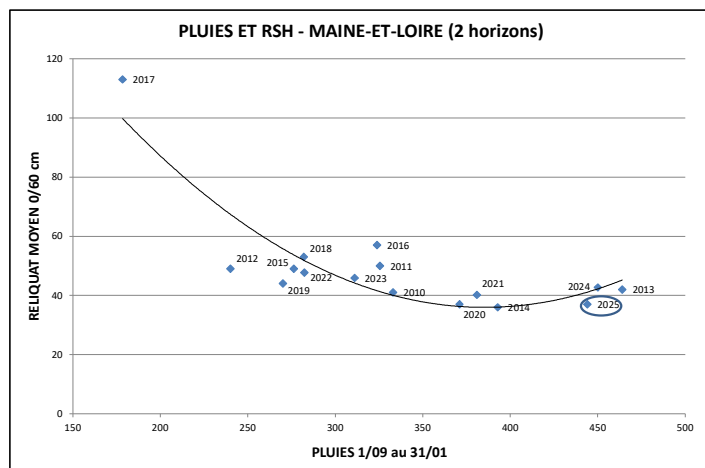
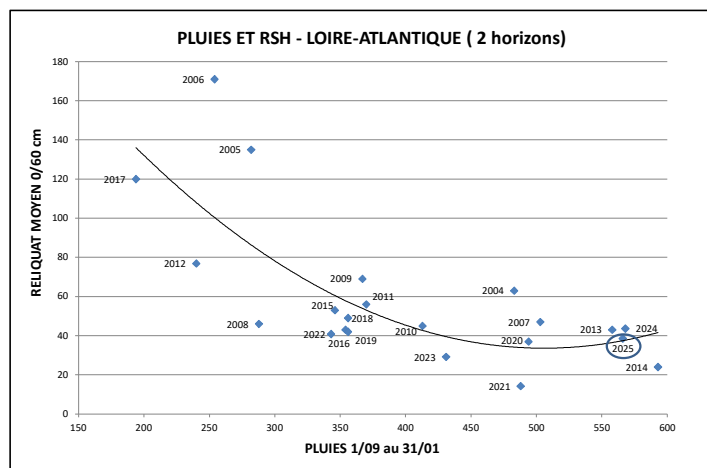
Historique des données traitées :

	nombre de parcelles reçues	nombre parcelles retenues	nombre de parcelles		
			1 horizon	2 horizons	3 horizons
2021	2469	2084	600	1368	116
parcelles écartées NH4	330	330	30	245	55
% échantillons écartés	13	16	5	18	47
2022	2350	1997	316	1565	116
parcelles écartées NH4	427	427	16	384	27
% échantillons écartés	18	21	5	25	23
2023	2391	2005	488	1436	81
parcelles écartées NH4	471	471	38	412	21
- précédent prairies	27	27	0	25	2
parcelles écartées NH4	444	444	38	387	19
	1947	1561	450	1049	62
% échantillons écartés	19	22	8	29	25
2024	1231	1089	223	758	108
parcelles écartées NH4	323	323	11	287	25
- précédent prairies	64	64	0	61	3
parcelles écartées NH4	259	259	10	227	22
	972	830	213	531	86
% échantillons écartés	21	24	4	30	20
2025	1802	1380	351	944	85
parcelles écartées NH4	285	285	12	262	11
- précédent prairies	13	13	1	11	1
parcelles écartées NH4	272	272	11	251	10
	1530	1110	342	693	75
% échantillons écartés	15	20	3	27	12

Annexe 1 : Courbes de corrélation entre la pluviométrie et les reliquats valorisables selon les départements (N/N03+N/NH4)



Vendée : Nombre d'échantillons trop faible pour 2025



Annexe 2 : Listes des cantons selon les zones climatiques des pluies

Zone A	49 : Angers, Beaufort-en-Anjou, Chemillé-en-Anjou, Cholet-2, Doué-en-Anjou, Longué-Jumelles, Les Ponts-de-Cé, Saumur, Tiercé, Gennes-Val-de-Loire, Brissac Loire Aubance 53 : Château-Gontier-sur-Mayenne, Bonchamp-lès-Laval, Évron, Gorron (EST), L'Huisserie (NORD), Lassay-les-Châteaux, Laval, Loiron-Ruillé, Mayenne, Meslay-du-Maine, Saint-Berthevin, Villaines-la-Juhel 72 : Bonnétable, Changé, Montval-sur-Loir, Écommoy, La Ferté-Bernard, La Flèche, Loué, Le Lude, Mamers, Le Mans, Sablé-sur-Sarthe, Saint-Calais, Savigné-l'Évêque, Sillé-le-Guillaume, La Suze-sur-Sarthe
Zone B	44 : Ancenis-Saint-Géréon, Châteaubriant, Guémené-Penfao, Machecoul-Saint-Même (EST), Nort-sur-Erdre 49 : Beaupréau-en-Mauges, Chalonnes-sur-Loire, Mauges-sur-Loire, Sèvremoine (EST), Segré-en-Anjou Bleu, Erdre-en-Anjou, Longuenée-en-Anjou, Cholet 53 : Château-Gontier-sur-Mayenne-2, Cossé-le-Vivien, Ernée, Gorron (OUEST), L'Huisserie (SUD) 85 : Chantonay, La Châtaigneraie, Fontenay-le-Comte, Les Herbiers, L'île-d'Yeu, Luçon, Mareuil-sur-Lay-Dissais, Montaigu-Vendée, Mortagne-sur-Sèvre, La Roche-sur-Yon-2, Les Sables-d'Olonne, Talmont-Saint-Hilaire (SUD)
Zone C	44 : La Baule-Escoublac, Blain, Carquefou, La Chapelle-sur-Erdre, Chaumes-en-Retz, Clisson, Guérande, Machecoul-Saint-Même (OUEST), Nantes, Pontchâteau, Pornic, Rezé, Saint-Brevin-les-Pins, Saint-Herblain, Saint-Nazaire, Saint-Philbert-de-Grand-Lieu, Saint-Sébastien-sur-Loire, Vallet, Vertou 49 : Sèvremoine (OUEST) 85 : Aizenay, Challans, La Roche-sur-Yon, La Roche-sur-Yon-1, Les Sables-d'Olonne, Saint-Hilaire-de-Riez, Saint-Jean-de-Monts, Talmont-Saint-Hilaire (NORD)

Annexe 3 : Tableau détaillé par horizon pour sols à 1, 2 et 3 horizons en reliquats valorisables

N-NO3		N-NO3 H1	N-NO3 H2	N-NO3 H3	H1+H2+H3	nombre d'échantillon
1 Horizon	Moyenne	12,4	-	-		342
	Médiane	10,4	-	-		
	Ecart-type	8,5	-	-		
2 Horizons	Moyenne	11,1	15,2		13,2	693
	Médiane	8,9	12,2		10,4	
	Ecart-type	8,5	11,4		10,3	
3 Horizons	Moyenne	12,1	15,7	15,6	14,5	75
	Médiane	12,2	12,7	12,4	12,4	
	Ecart-type	7,4	10,5	11,7	10,2	

N-NH4+		N-NH4 H1	N-NH4 H2	N-H4 H3	H1+H2+H3	nombre d'échantillon
1 Horizon	Moyenne	9,6	-	-		342
	Médiane	9,5	-	-		
	Ecart-type	4,7	-	-		
2 Horizons	Moyenne	7,6	1,4		6,3	693
	Médiane	6,5	1,2		4,8	
	Ecart-type	6,3	0,9		5,4	
3 Horizons	Moyenne	5,2	0,9		5,2	75
	Médiane	3,6	0,8		4,0	
	Ecart-type	4,7	0,6		4,1	
		après retrait de 66 %		après retrait de 100 %		