

Synthèse reliquats azotés en sortie hiver sous céréales à paille

Février 2026

en région Pays de la Loire

➤ Introduction

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



La surface en céréales d'hiver (blé tendre, blé dur, orge et triticale) en Pays de la Loire en 2026 est estimée à 483 223 ha (Source : Agreste – SAA 2025 (préliminaire) et Estimations précoces de productions 2026 arrêtées au 1^{er} février 2026).

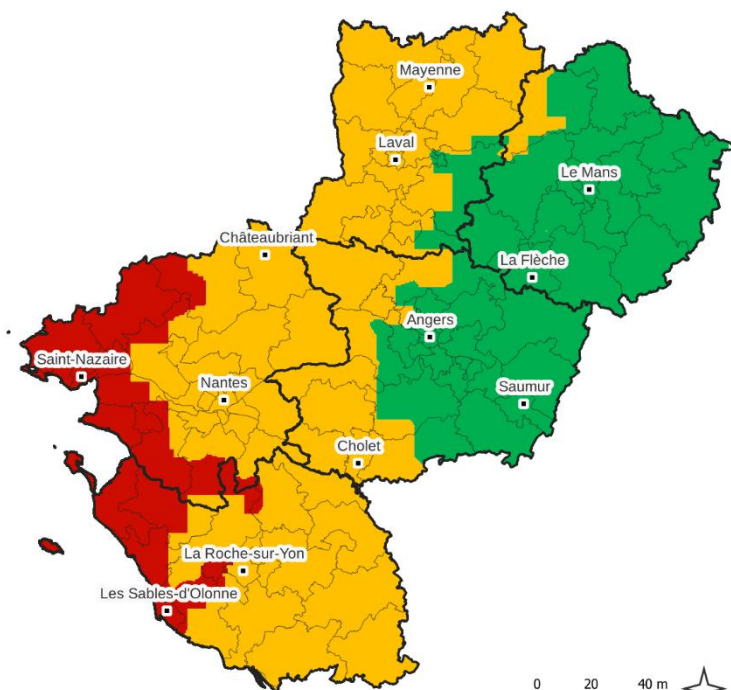
1077 parcelles ont été réceptionnées. 893 parcelles correspondent à des mesures de reliquat sortie d'hiver réalisées sur céréales à paille en Pays de la Loire soit une représentativité de 2 % (si on considère 1 analyse pour 10 ha).

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 159 parcelles. Les parcelles avec une prairie retournée il y a 2 ans (10) ont été réintégrées pour un retrait final de 149 parcelles.

D'autre part, 206 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 **536 parcelles ont été retenues** (89 avec un seul horizon, 402 avec deux horizons et 45 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 01/09/25 au 31/01/26 :

Zone A : entre 190 et 280 mm (méd. = 251)

Zone B : entre 280 et 420 mm (méd. = 350)

Zone C : entre 420 et 600 mm (méd. = 452)

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

- 149 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 14 % des échantillons totaux)
- Tableau des résultats des reliquats sur sols peu profond (à un seul horizon en kg N/ha) :
 - 220 parcelles sont des parcelles avec un seul horizon analysé
 - ✓ Seules 89 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 190 et 280 mm	23,3	20,6	10,6	29
ZONE B	entre 280 et 420 mm	22,1	23,5	9,4	59
ZONE C	entre 420 et 600 mm	10,2	10,2		1
ZONE A + B		22,5	21,8	9,8	88
ZONE A + C		22,9	20,2	10,7	30
ZONE B + C		21,9	22,7	9,5	60
ZONE A + B + C		22,4	21,8	9,8	89
dpt 44		20,3	21,8	11,3	25
dpt 49		23,7	20,6	9,8	15
dpt 53		23,2	24,6	7,4	21
dpt 72		23,2	21,5	11,4	15
dpt 85		22,6	20,1	9,2	13

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

- Tableau des résultats des reliquats sur sols moyennement profonds (à 2 horizons valorisables en kg N/ha) :
 - 796 parcelles sont des parcelles avec 2 horizons analysés
 - ✓ Seules 402 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 190 et 280 mm	46,7	42,8	24,6	176
ZONE B	entre 280 et 420 mm	38,3	33,6	22,6	221
ZONE C	entre 420 et 600 mm	26,7	27,3	12,3	5
ZONE A + B		42,0	37,1	23,9	397
ZONE A + C		46,1	41,6	24,6	181
ZONE B + C		38,1	33,5	22,5	226
ZONE A + B + C		41,9	36,8	23,8	402
dpt 44		53,2	49,1	29,6	22
dpt 49		54,5	53,7	22,8	46
dpt 53		32,5	28,6	18,9	177
dpt 72		49,1	44,6	24,6	131
dpt 85		36,9	29,7	20,9	26

Pour les parcelles à deux horizons, il y a une différence significative entre les zones (A et B), (A et C), et (A+C et B), (A+B et C) et (B+C et A) mais pas entre les zones (B et C). L'effectif de la zone C est faible (5 résultats).

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

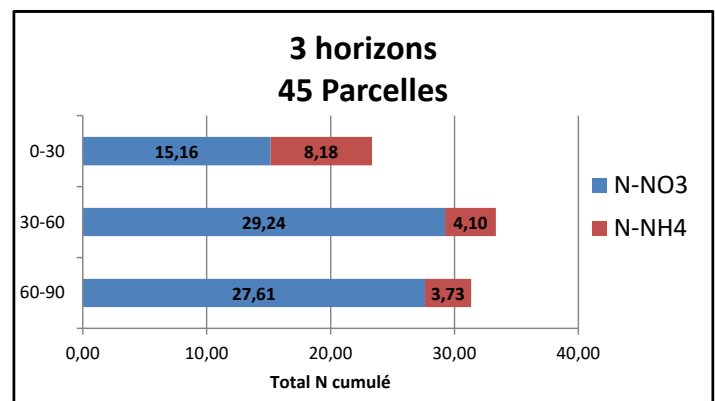
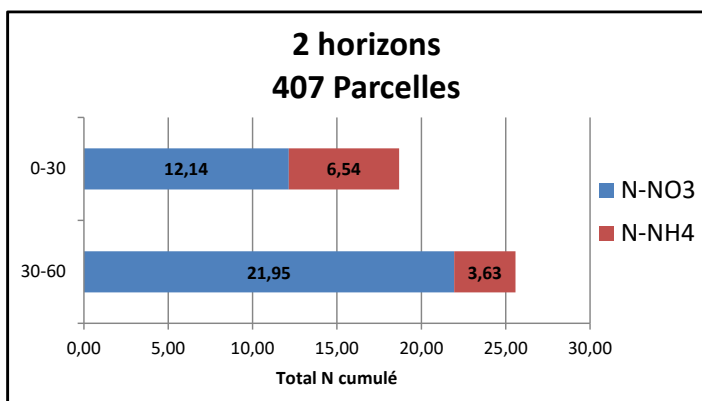
- 61 parcelles sont des parcelles avec 3 horizons analysés
 - ✓ Seules 45 parcelles ont été retenues dans l'analyse

		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 190 et 280 mm	84,5	70,3	44,0	32
ZONE B	entre 280 et 420 mm	74,3	56,1	47,4	13
ZONE C	entre 420 et 600 mm				0
ZONE A + B		81,5	67,7	44,7	45
ZONE A + C = A					
ZONE B + C = B					
ZONE A + B + C		81,5	67,7	44,7	45
dpt 44		79,2	69,2	46,4	4
dpt 49		56,5	56,5	37,7	2
dpt 53					0
dpt 72		84,5	67,7	44,7	31
dpt 85		77,4	76,8	51,2	8

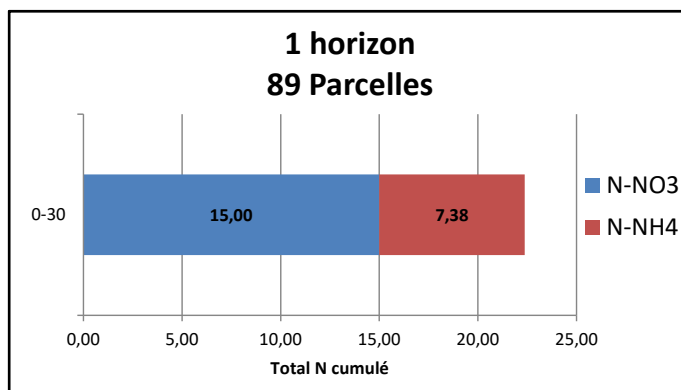
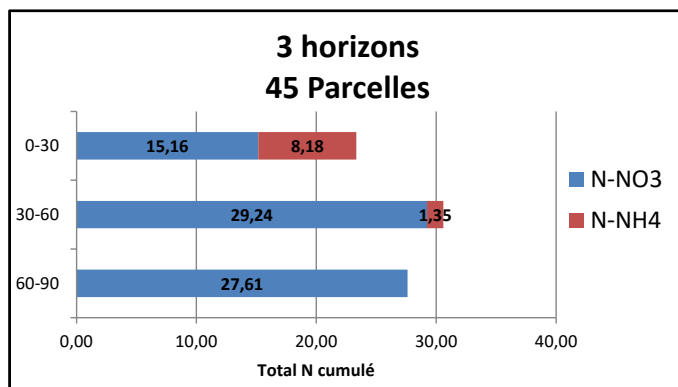
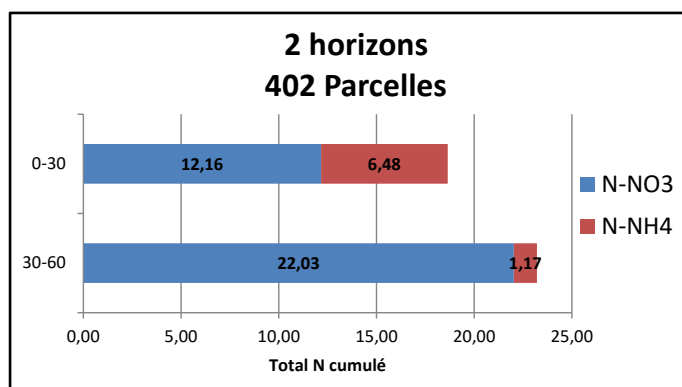
Pour les parcelles à trois horizons, il n'y a pas de différence significative entre les zones A, B et C (pas de valeur pour la zone C ni pour le département 53).

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

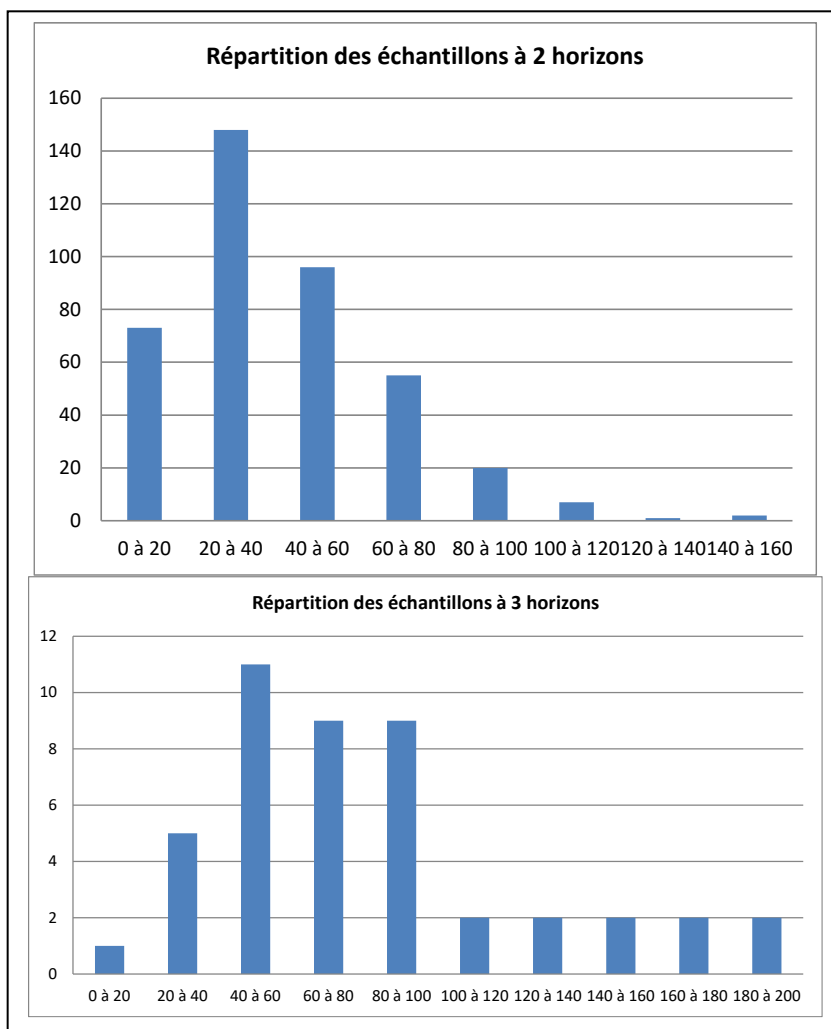
Analyses brutes : les valeurs N-NH4 non cohérentes ont été laissées volontairement.



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**

				Texture de sol			Si précédents par rapport à tous			Autres critères	
	Zones	Moyenne	Nombre	Sable	Limon	Argile, argile calcaire et marais	Maïs	Colza	Tournesol	Apport organiques < 3 ans	
1 HORIZON	A	23,3	29	17,58	24,5						
				5	21						
	B	22,1	59	20,37							"-7"
				16							
	C	10,2	1	10,2							
				1							
A+B+C	22,4	89	21,82								
			43								
2 HORIZONS	A	46,7	176	47,03					"-17"		
				173							6
	B	38,3	221	38,19							
				195							
	C	26,7	5	26,67							
				5							
	B+C	38,1	225	37,91							
				200							
A+B+C	41,9	402	40,92		48,03						
			309		64		14				
3 HORIZONS	A	84,5	32	85,77			32				
				31			17				
	B	74,3	13	79,74							
				10							
	C										
	A+B+C	81,5	45	84,3			34				"-30"
41				22	10						

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 limon et le type de sol sable et entre le type de sol sable et le groupe (argile + limon) pour la zone A.
 - sur 2 horizons : différence significative 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.
 - sur 3 horizons : pas de différence significative pour la zone ABC.
- Précédents
 - Céréales, Protéagineux, Prairies : aucune différence significative
 - Maïs :
 - ✓ Sur 3 horizons : + 32 pour la zone A et + 34 pour le cumul des zones ABC

- Colza :
 - ✓ Sur 1 horizon : - 7 pour la zone B (2 valeurs)
 - ✓ Sur 3 horizons : -30 pour le cumul des zones ABC
- Tournesol :
 - ✓ sur 2 horizons : - 17 pour la zone A (6 valeurs)
- Autres critères
 - Apports organiques avant céréales : aucune différence significative
 - Derrière retournement de prairies : aucune différence significative
 - Apports organiques des années précédentes < 3 ans :
 - ✓ Sur 2 horizons : + 14 pour le cumul des zones ABC

Prise en compte de la lixiviation due à la pluviométrie :

- Sur la base des tableaux publiés pour le calcul de la lixiviation du Comifer (L) et utilisée pour répondre à la pluviométrie importante post-réalisation des RSH
- Limites de la méthode utilisée avec les hypothèses suivantes :
 - Pluviométrie supplémentaire calculée après le 25/01 (date moyenne de réalisation des RSH retenue pour la synthèse) et jusqu'à la date de la réunion GREN du 26/02
 - Moyenne des pluviométries des chefs-lieux de département
 - 150 mm de lame drainante retenue à l'échelle de la région en considérant la réserve utile pleine au 25/01
 - Utilisation du tableau pour le type de sol limoneux
 - Répartition de l'azote dans les horizons à partir des données retenues dans la synthèse

	3 horizons/150 mm		2 horizons/150 mm		1 horizon/150 mm	
0-30 cm	30	4,8	40	20,5	100	94
30-60 cm	35	17,9	60	56,5		
60-90 cm	35	32,9				
% azote lixivié		56		77		94

Région	01/09 au 24/01	25/01 au 26/02	Pluie mm	valeur retenue	Correctif 3 H	Correctif 2 H	Correctif 1 H
Pays de la Loire	302,6	171,4	474	150	-56%	-77%	-94%

b Type de sol : limoneux															
Taux de lixiviation au-delà de 90 cm															
Lame drainante (mm)	0	10	20	30	40	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Couche 0-30 cm	0	0	0.1	0.0	0.0	0	4.2	16.1	34.2	53.9	71	83.5	91.4	95.8	98.1
Couche 30-60 cm	0	0	0.1	0.2	0.6	1.5	23.7	51.2	73.3	87.2	94.5	96.1	99.2	99.7	99.9
Couche 60-90 cm	0	11.1	22.2	33.2	43.9	54.1	82.2	94.1	98.3	99.6	99.9	100	100	100	100

Valeur d'humidité à la capacité au champ (HCC) retenue pour ce type de sol : 20% (identique pour toutes les couches)

Tableau b : Pourcentage de l'azote par couche de sol perdu par lixiviation en dessous de 90 cm, en fonction de la lame drainante et pour des cumuls de pluie croissants. Source : COMIFER 2002 par simulation à partir du modèle LIXIM (INRA, Mary et al., 1999)

Tableau retenu pour le conseil suite à la validation au GREN du 26/02 :

	Zones	Texture de sol			Autres critères	
		Sable	Limon	Argile, argile calcaire et marais	VALEUR A RETENIR APRES EVALUATION LIXIVIATION*	Apports organiques < 3 ans
Sols peu profonds < 30 cm	A + B + C	22			1	
Sols moyennement profonds 30 à 60 cm	A	47			11	+14**
	B + C	38			9	
Sols profonds > 60 cm	A + B + C	82			36	

*voir méthode utilisée décrite ci-dessous (application exceptionnelle pour 2026)

** à rajouter (cas de chiffre positif) à la valeur à retenir après évaluation de la lixiviation (perte de nutriments = nitrates solubles dans l'eau entraînés verticalement par infiltration)

Dans le cas d'un reliquat réalisé par l'exploitant en janvier :

Les valeurs du reliquat mesuré peuvent aussi être corrigées par la même méthode en appliquant le % de correction qui correspond au nombre d'horizon.

J'ai réalisé un reliquat sur 3 horizons (0-30, 30-60 et 60-90) et j'ai un résultat de 82 unités. Je peux donc calculer la quantité d'azote qui a été lixivié : $82 * 0,56 = 46$. Il reste donc un reliquat de $82 - 46 = 36$ unités.

Région	01/09 au 24/01	25/01 au 26/02	Pluie (mm)	valeur retenue	Correctif 3 H	Correctif 2 H	Correctif 1 H
Pays de la Loire***	302,6	171,4	474	150	-56%	-77%	-94%

*** attention, plusieurs hypothèses permettent d'arriver à ce résultat : pluviométrie supplémentaire calculée après le 25/01 (date moyenne de réalisation des RSH retenue pour la synthèse) et jusqu'à la date de la réunion GREN du 26/02), moyenne des pluviométries des chefs-lieux de département, 150 mm de lame drainante retenue à l'échelle de la région en considérant la réserve utile pleine au 25/01, utilisation du tableau pour le type de sol limoneux, répartition de l'azote dans les horizons à partir des données retenues dans la synthèse

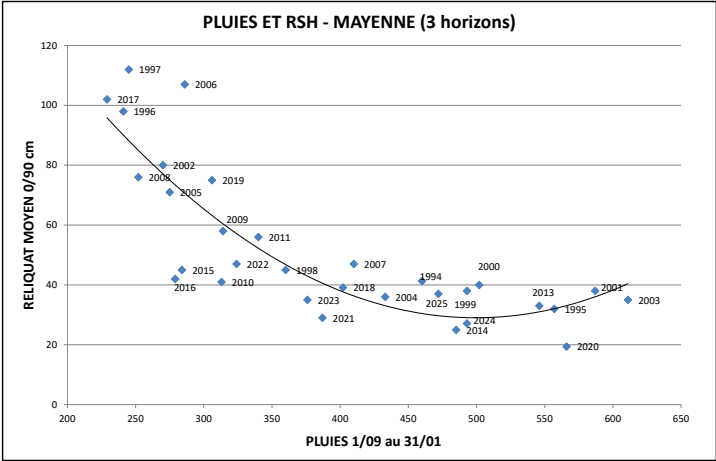
➤ Conclusions et limites pour 2026 et voies d'amélioration pour 2027 :

- Nombre de participants en baisse par rapport à 2025 et qui reste limité à 7 (11 en 2022)
- Diminution du nombre de parcelles par rapport à 2025 (40 % de baisse par rapport à 2025 : il manque un contributeur important) et un manque de valeurs pour des catégories entières
- Nombre important de parcelles avec 1 seul horizon, alors que le sol est décrit comme sol à plus de 40 cm de profondeur (50 cas) ou les parcelles avec une profondeur de sol supérieure à 80 cm avec une analyse sur seulement deux horizons (156 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 149 parcelles (14 %) (15 % en 2025) : 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
- Pas de règles pour le traitement des particularités de l'année (pluviométrie importante en février après la réalisation des mesures)

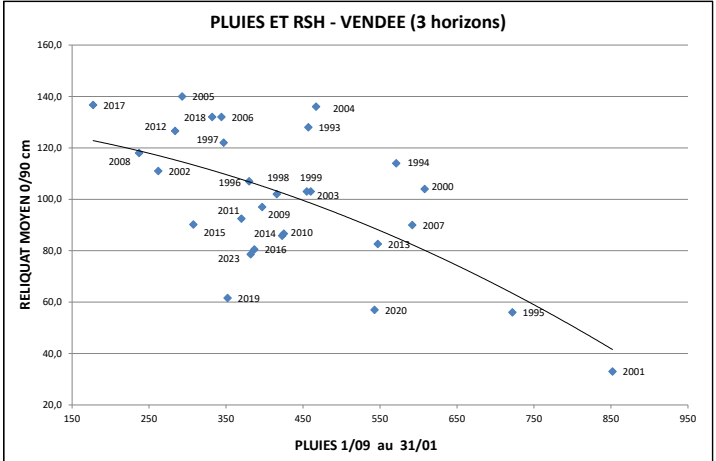
Historique des données traitées :

	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%	27%	23%
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%
2026	1077	685	94	538	53
parcelles écartées NH4	159	159	6	144	9
- précédent prairies	10	10	1	8	1
parcelles écartées NH4	149	149	5	136	8
	928	536	89	402	45
% échantillons écartés	14%	22%	5%	25%	15%

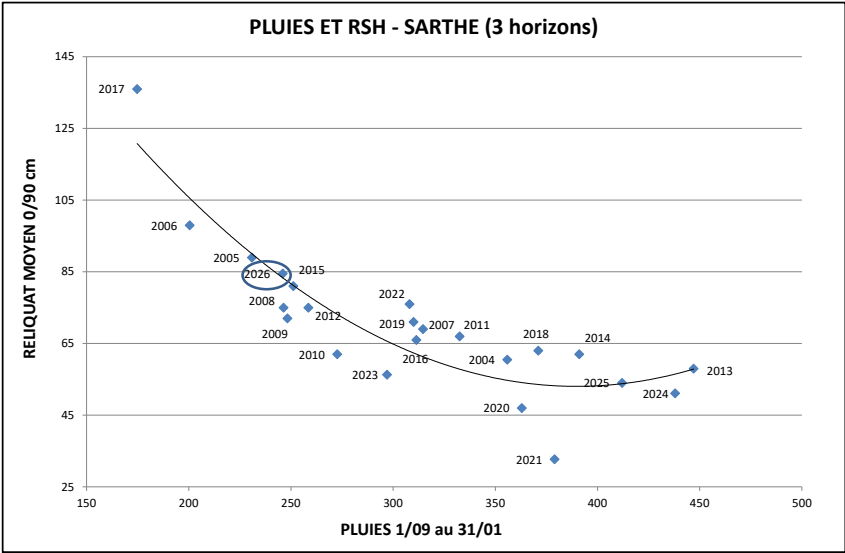
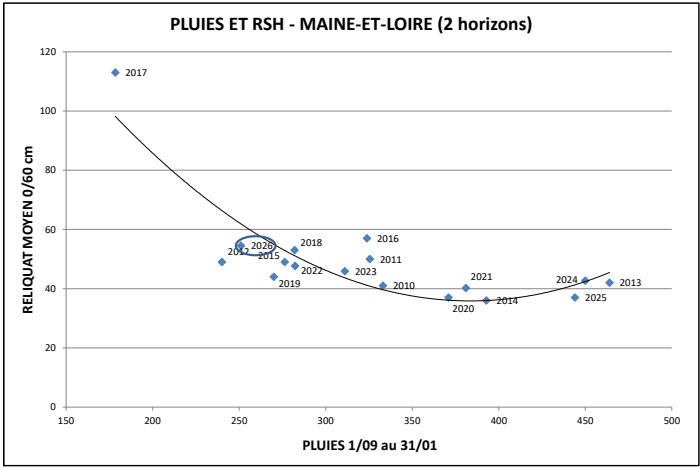
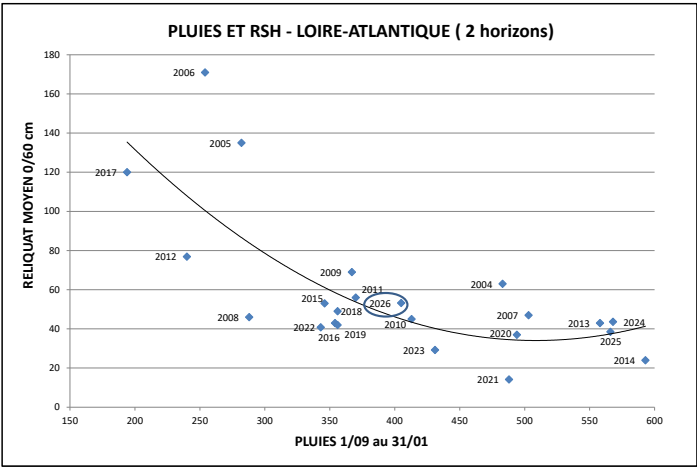
Annexe 1 : Courbes de corrélation entre la pluviométrie et les reliquats valorisables selon les départements (N/N03+N/NH4)



Mayenne : pas d'échantillons pour 2026



Vendée : Nombre d'échantillons trop faible pour 2026



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

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

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	15,0	-	-		89
	Médiane	14,3	-	-		
	Ecart-type	9,0	-	-		
2 Horizons	Moyenne	12,2	22,0		17,1	402
	Médiane	9,6	17,6		12,6	
	Ecart-type	9,3	17,0		14,6	
3 Horizons	Moyenne	15,2	29,2	27,6	24,0	45
	Médiane	16,2	27,1	18,0	17,3	
	Ecart-type	9,2	23,8	22,8	20,6	

N-NH4+		N-NH4 H1	N-NH4 H2	N-NH4 H3	H1+H2+H3	nombre d'échantillon
1 Horizon	Moyenne	7,4	-	-		89
	Médiane	8,5	-	-		
	Ecart-type	4,4	-	-		
2 Horizons	Moyenne	6,5	1,2		3,8	402
	Médiane	4,6	1,0		1,8	
	Ecart-type	6,3	0,8		5,2	
3 Horizons	Moyenne	8,2	0,8		4,8	45
	Médiane	8,0	0,7		1,9	
	Ecart-type	5,6	0,9		5,3	
		après retrait de 66 %		après retrait de 100 %		