

Synthèse reliquats azotés en sortie hiver sous céréales à paille

Février 2024

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, AGRI NEGOCE, UAPL et la Chambre régionale d'Agriculture des Pays de Loire.



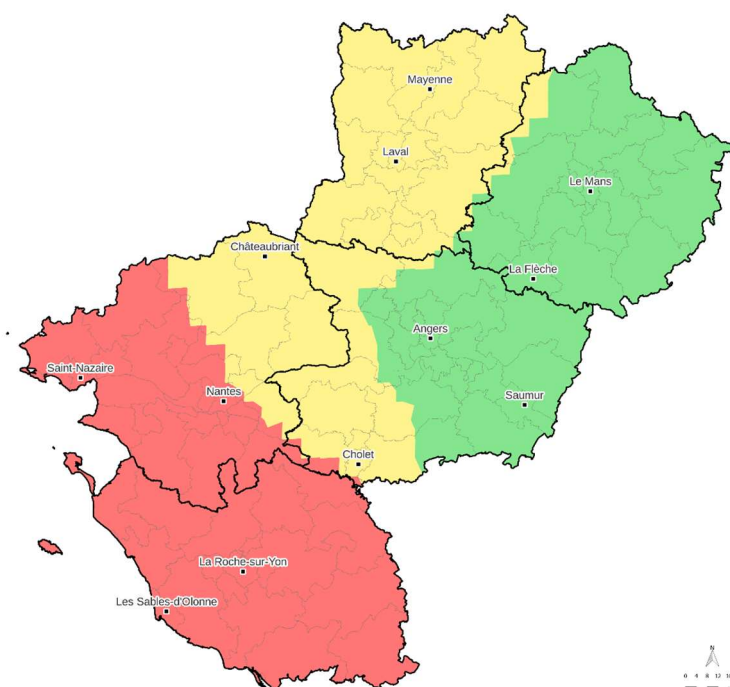
1231 parcelles ont été réceptionnées. 1214 parcelles correspondent à des mesures réalisées sur céréales à paille en Pays de la Loire.

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 323 parcelles. Les parcelles avec une prairie retournée il y a 2 ans (64) ont été réintégrées pour un retrait final de 259 parcelles.

D'autre part, 125 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 **830 parcelles ont été retenues** (213 avec un seul horizon, 531 avec deux horizons et 86 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 01/09/23 au 31/01/24 :

Zone A : entre 340 et 450 mm (méd. = 428)

Zone B : entre 450 et 550 mm (méd. = 496)

Zone C : entre 550 et 750 mm (méd. = 590)

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**

- 259 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 21 % des échantillons totaux)
- Tableau des résultats des reliquats sur sols peu profond (à un seul horizon en kg N/ha) :
 - 293 parcelles sont des parcelles avec un seul horizon analysé
 - ✓ Seules 213 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 340 et 450 mm	18,6	16,9	9,7	22
ZONE B	entre 450 et 550 mm	13,9	11,0	9,7	38
ZONE C	entre 550 et 750 mm	22,5	18,4	18,0	153
ZONE A + B		15,6	14,4	9,9	60
ZONE A + C		22,0	18,4	17,2	175
ZONE B + C		20,8	17,5	17,1	191
ZONE A + B + C		20,6	17,3	16,4	213
dpt 44		22,1	19,1	12,9	9
dpt 49		13,2	12,2	8,3	23
dpt 53		16,2	15,2	9,8	28
dpt 72		22,0	22,0	12,3	8
dpt 85		22,4	18,4	18,3	145

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

- Tableau des résultats des reliquats sur sols moyennement profonds (à 2 horizons valorisables en kg N/ha) :
 - 813 parcelles sont des parcelles avec 2 horizons analysés
 - ✓ Seules 531 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 340 et 450 mm	41,4	37,7	22,0	183
ZONE B	entre 450 et 550 mm	35,7	31,6	19,7	187
ZONE C	entre 550 et 750 mm	30,5	26,2	15,4	161
ZONE A + B + C		36,1	31,3	19,8	531
dpt 44		43,6	41,4	24,8	60
dpt 49		42,7	37,1	20,8	67
dpt 53		30,8	26,2	17,6	122
dpt 72		40,9	37,8	21,5	144
dpt 85		29,4	26,0	12,3	138

Pour les parcelles à deux horizons, il y a des différences significatives entre les zones A, B et C.

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

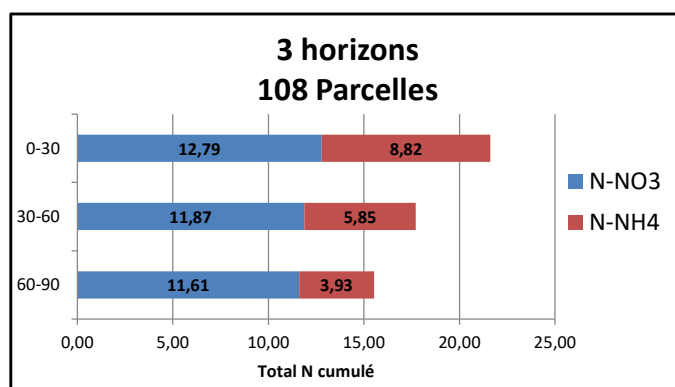
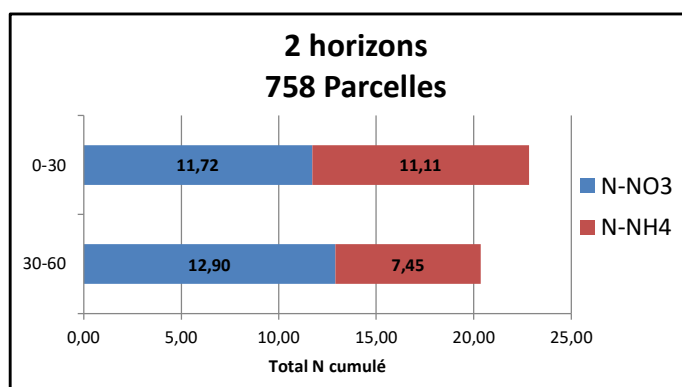
- 108 parcelles sont des parcelles avec 3 horizons analysés
- ✓ Seules 86 parcelles ont été retenues dans l'analyse

		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 340 et 450 mm	50,3	45,2	24,5	48
ZONE B	entre 450 et 550 mm	30,5	32,4	15,4	25
ZONE C	entre 550 et 750 mm	53,6	50,7	33,7	13
ZONE A + B		43,5	40,0	23,7	73
ZONE A + C		51,0	46,4	26,4	61
ZONE B + C		38,4	36,9	25,4	38
ZONE A + B + C		45,0	41,7	25,5	86
dpt 44		39,3	37,3	25,7	15
dpt 49		36,5	17,9	29,3	12
dpt 53		27,1	31,8	15,6	12
dpt 72		51,1	45,1	23,3	41
dpt 85		70,5	75,1	17,0	6

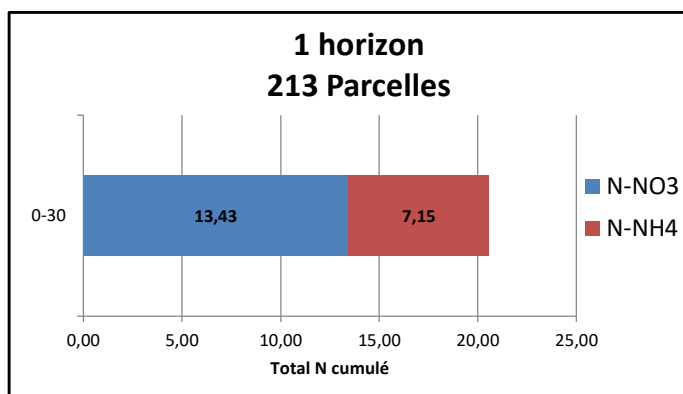
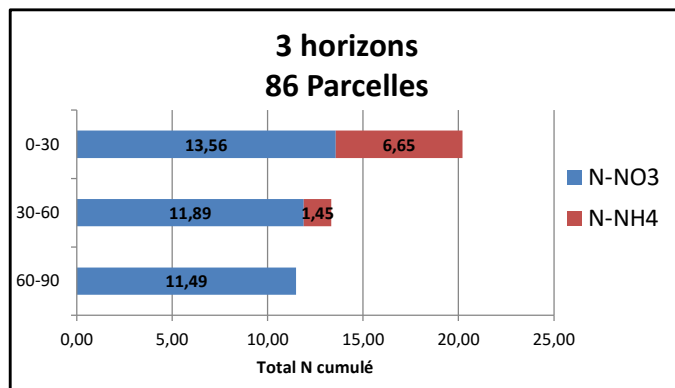
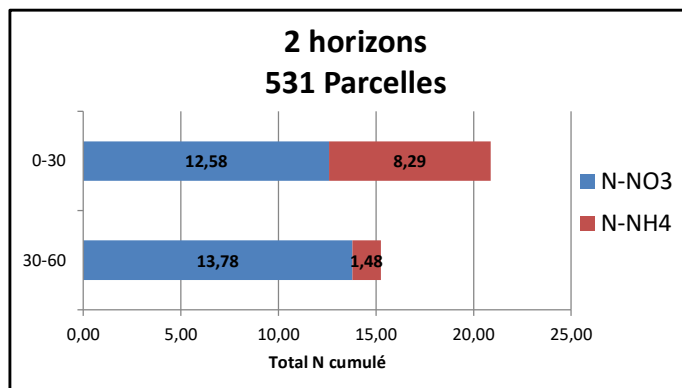
Pour les parcelles à trois horizons, il y a une différence significative entre les zones (A et B), (B et C), (A+C et B) et (B+C et A) mais pas entre les zones (A et C) et (A+B et C)

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

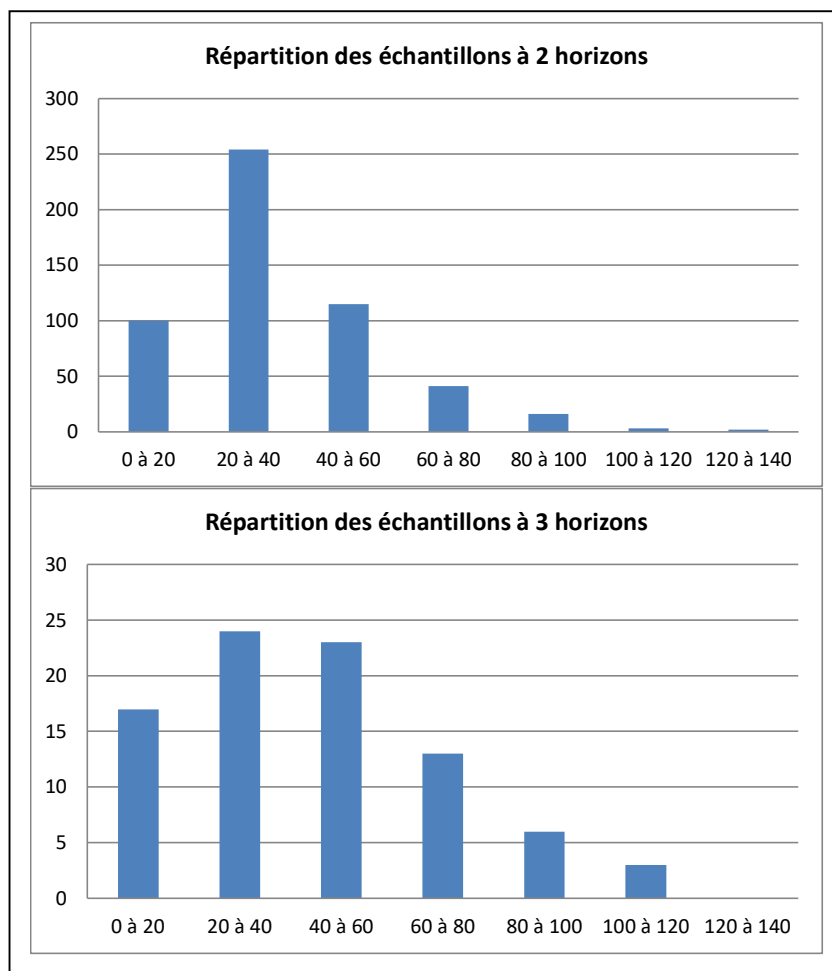
Analyses brutes : les valeurs N-NH4 non cohérentes ont été laissées volontairement.



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 et d'autres critères**

	Zones	Moyenne	Nombre	Texture de sol			Si précédents par rapport à tous			Autres critères	
				Sable	Limon	Argile, argile calcaire et marais	Maïs	Colza	Tournesol	Prairie retournée	Apport avant céréales
1 HORIZON	A	18,6	22	15,18	14,38	25,97					
				4	5	8					
	B	13,9	38		18,81						
				0	8	1					
	C	22,5	153		18,27	28,19					
				1	76	43					
	A+C	22	175	14,52	18,03	27,84					
2 HORIZONS	A	41,4	183	27,66	47,43	33,92					
				16	116	36					
	B	35,7	187	21,36	36,34		-8				
				4	149	0	92				
	C	30,5	161	29,1		50,3					
				129		6					
	A+B+C	36,1	531	27,71	37,49	36,26	-6,4	7,3	-5,8	19,6	
3 HORIZONS	A	50,3	48		61,09						
				0	19						
	B	30,5	25		35,93						
				0	9	0					
	C	53,6	13	75,17							
				8							
	A+C	51	61	65,26							
	A+B+C	45	86	57,93							-16,4
				36							5

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 les 3 types de sol sur le regroupement des zones A et C.
 - sur 2 horizons : différence significative entre les 3 types de sol sur la zone A. Pour la zone B, différence entre le type de sol sable et le type de sol limon. Pour la zone C, différence entre le type de sol argile, argile calcaire et marais et le groupe (sable + limon).
 - sur 3 horizons : pas de différence significative pour la zone A et C.
- Précédents
 - Protéagineux, Prairies : aucune différence significative
 - Maïs, Colza, Tournesol :
 - ✓ Sur 2 horizons : - 6,4 pour maïs, + 7,3 pour colza et - 5,8 pour tournesol pour le cumul des zones ABC

- Mais grain/maïs fourrage :
 - ✓ Sur 2 horizons : - 8 en zone B
- Autres critères
 - Apports organiques des années précédentes : aucune différence significative
 - Apports organiques avant céréales :
 - ✓ Sur 1 horizon : - 7,2 pour le cumul des zones ABC
 - ✓ Sur 3 horizons : - 16,4 pour le cumul des zones ABC
 - Derrière retournement de prairies :
 - ✓ Sur 2 horizons : + 19,6 pour le cumul des zones ABC

Tableau retenu pour le conseil suite à la validation au GREN DU 23/02 :

	Zones	Texture de sol			Si précédents		Autre critère
		Sable	Limon	Argile, argile calcaire et marais	Maïs/Tournesol	Colza	Prairie retournée dans les 2 dernières années
Sols peu profonds < 30 cm	A + B + C	15	18	28	-6*	+7*	+20*
Sols moyennement profonds 30 à 60 cm	A	28	44		-6*	+7*	+20*
	B		36				
	C		30				
Sols profonds > 60 cm	A + B + C	45			-6*	+7*	+20*

* à soustraire (en cas de chiffre négatif) ou à rajouter (en cas de chiffre positif) à la valeur obtenue après la texture de sol

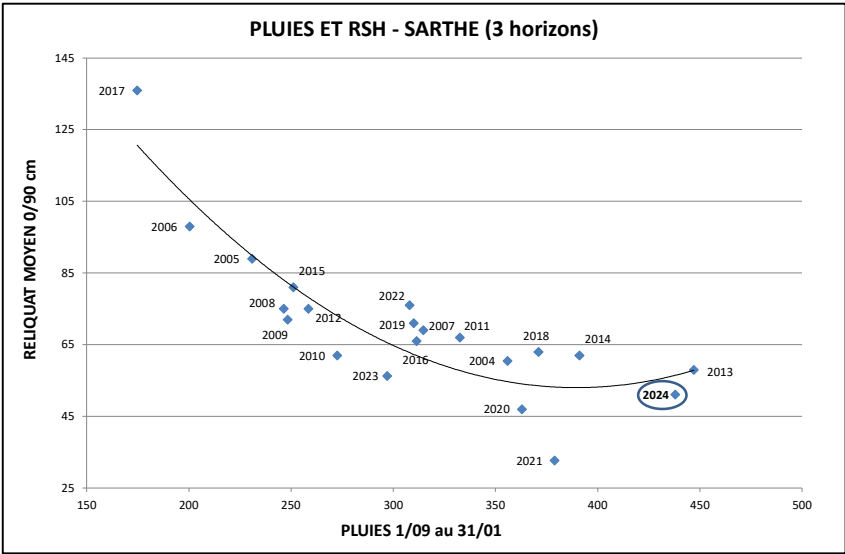
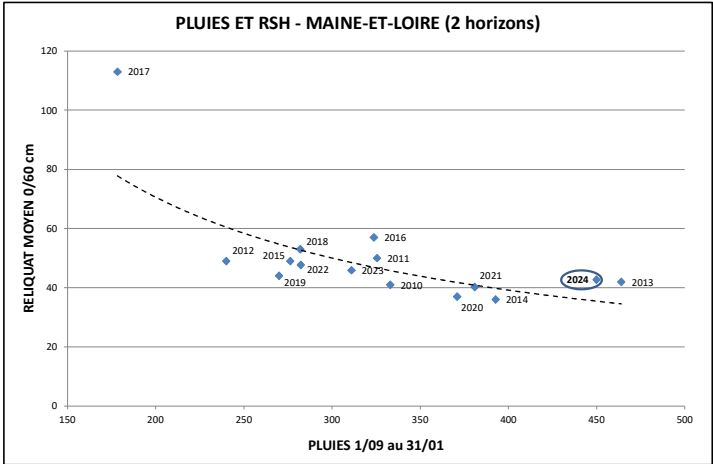
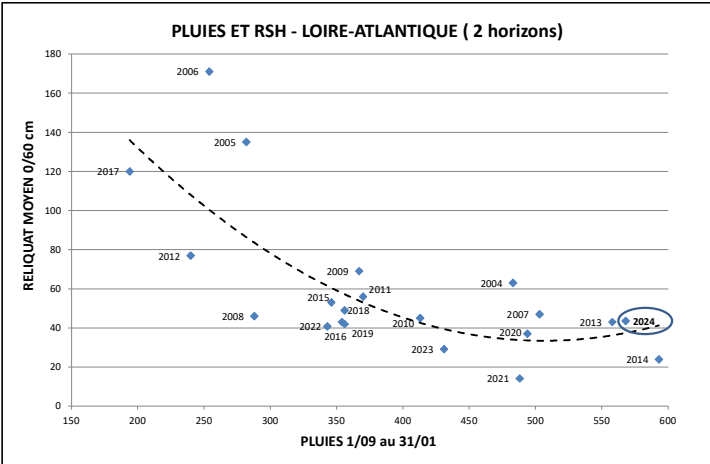
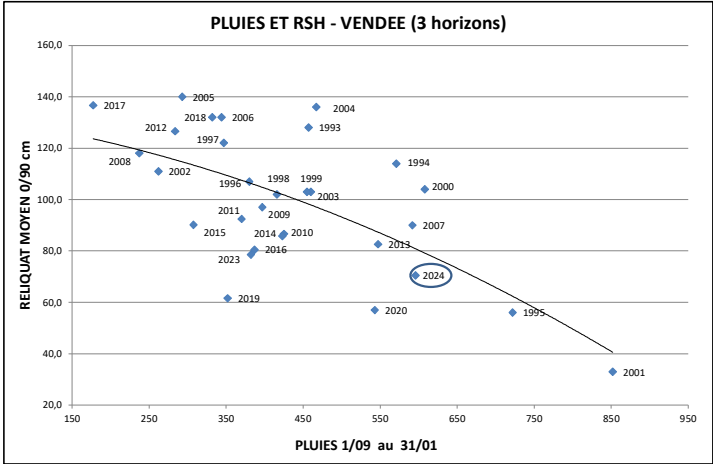
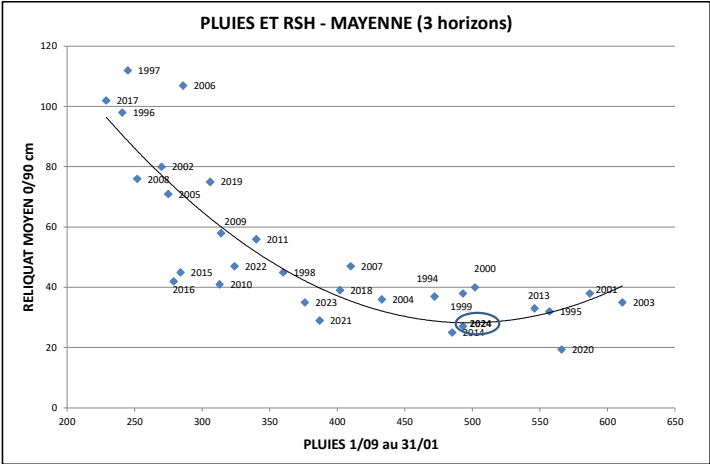
➤ Conclusions et limites pour 2024 et voies d'amélioration pour 2025 :

- Nombre de participants identique à 2023 mais qui reste limité à 9 (11 en 2022)
- Baisse du nombre de parcelles (51 % de baisse par rapport à 2023 : moins de surfaces semées en céréales en raison des conditions climatiques et réorientation vers des analyses de sol par rapport à une pluviométrie élevée), mais un nombre de parcelles à 3 horizons qui augmente
- Nombre important de parcelles avec 1 seul horizon, alors que le sol est décrit comme sol à plus de 40 cm de profondeur (70 cas) ou les parcelles avec une profondeur de sol supérieure à 80 cm avec une analyse sur seulement deux horizons (55 cas) : inciter 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 259 parcelles (21 %) (19 % en 2023) : faire un rappel 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

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



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

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

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	13,4	-	-		213
	Médiane	9,1	-	-		
	Ecart-type	16,1	-	-		
2 Horizons	Moyenne	12,6	13,8		13,2	531
	Médiane	9,4	11,8		10,5	
	Ecart-type	10,7	9,3		10,1	
3 Horizons	Moyenne	13,6	11,9	11,5	12,3	86
	Médiane	10,8	10,0	9,8	10,1	
	Ecart-type	13,1	7,6	8,4	10,0	

N-NH4+		N-NH4 H1	N-NH4 H2	N-H4 H3	H1+H2+H3	nombre d'échantillon
1 Horizon	Moyenne	7,2	-	-		213
	Médiane	6,2	-	-		
	Ecart-type	4,5	-	-		
2 Horizons	Moyenne	8,3	1,5		4,9	531
	Médiane	5,9	1,2		2,1	
	Ecart-type	7,9	1,2		6,6	
3 Horizons	Moyenne	6,7	1,5		4,1	86
	Médiane	5,2	1,3		2,1	
	Ecart-type	5,5	1,3		4,7	
			après retrait de 66 %	après retrait de 100 %		