



Reliquats azotés sortie-hiver

Septembre 2009

Travail réalisé avec le soutien technique et financier :



Sommaire

1. Protocole de prélèvements	2
1.1. Périodes et Conditions de réalisation des prélèvements	3
1.2. Matériel et accessoires nécessaires	3
1.3. Zone de prélèvements	4
1.4. Méthode de prélèvements	5
1.5. Constitution et étiquetage des échantillons.....	7
1.6. Conservation des échantillons	8
1.7. Fiche de renseignements	8
1.8. Choix du laboratoire	8
1.9. Analyse	8
1.10. Restitution des résultats aux agriculteurs	9
2. Guide d'Interprétation.....	9
2.1. Fiche de calcul du reliquat azoté.....	9
2.2. Les paramètres à prendre en compte pour l'interprétation des résultats	10
3. Valorisation des résultats.....	12
3.1. Sur Céréale d'hiver : prélèvement entre le 20 janvier et le 20 février.....	12
3.2. Sous un sol nu à peu couvert avant culture de printemps.....	12
(cas d'une rotation maïs – maïs).....	12
3.3. Sous couvert végétal ou colza d'hiver	12
Glossaire:.....	16

1. PROTOCOLE DE PRELEVEMENTS

Ce document reprend les principales préconisations pour réaliser des campagnes de mesure du Reliquat Sortie Hiver (RSH) dans le cadre du Référentiel Agronomique Régional.

Il a été principalement réalisé pour informer les différents organismes amenés à réaliser des analyses de reliquats d'azote minéral dans le cadre du programme R.A.R. sur l'existence d'un protocole qu'il convient d'appliquer de manière systématique afin d'uniformiser les méthodes de prélèvements et d'interprétations des résultats. Ce protocole s'est largement inspiré des travaux réalisés par le Conseil Général et la Chambre d'Agriculture des Côtes d'Armor.

Les analyses d'azote minéral (azote nitrique et azote ammoniacal) du sol ont pour objectif de donner une image aussi fiable que possible des quantités d'azote présentes dans le sol à un moment donné et rapidement disponible pour la plante.

Pour assurer la fiabilité des mesures, un certain nombre de précautions doivent être prises concernant le prélèvement, l'échantillonnage au champ, le transport des échantillons au laboratoire et la réalisation des analyses.

Le Reliquat Sortie Hiver



La mesure de l'azote dans le sol à la sortie de l'hiver (de fin janvier à fin février) contribue à l'ajustement du niveau de fertilisation azotée sur les cultures d'hiver et de printemps.

Le niveau d'azote présent dans le sol à cette période est surtout fonction de la pluviométrie hivernale (zone plus ou moins arrosée), du type de sol et de la pression de fertilisation organique et minérale sur la parcelle.

Le Reliquat Sortie Hiver représente le point de départ du bilan de l'azote dans la Méthode des Bilans. C'est également un des termes de la dose totale d'azote à apporter à la culture.

La mesure est à privilégier là où elle est le plus utile, soit en priorité sous culture d'hiver de type céréale.

Il existe 2 possibilités pour déterminer une valeur de Reliquat Sortie Hiver :

- la mesure à la parcelle
- l'estimation à partir d'un réseau de mesures¹

Le réseau de mesures départemental est constitué d'une centaine de parcelles réparties sur l'ensemble du département.

Dans tous les cas, l'interprétation de données individuelles sera à faire en tenant compte des résultats obtenus sur le réseau de référence départemental regroupant les mesures réalisées par la Chambre d'Agriculture.

1.1. Périodes et Conditions de réalisation des prélèvements

Le RSH doit être mesuré à la fin du lessivage des pluies de l'automne-hiver, c'est à dire fin février - début mars. Pour des questions de fertilisation des céréales au tallage et du grand nombre de prélèvements à réaliser, la période de prélèvement peut commencer à la fin de janvier. Pour ces parcelles analysées au début de la campagne, il sera nécessaire de corriger le niveau de RSH en fonction des pluies de fin janvier et de février.

Le prélèvement devra se faire sur un sol ressuyé. En période pluvieuse, il faudra intervenir seulement 2 à 3 jours selon les sols après un épisode pluvieux. Pour un travail de qualité, il ne faut jamais prélever sur un sol gelé, enneigé, sous la pluie et toujours avant tout apport azoté.

1.2. Matériel et accessoires nécessaires

- **Tarière** type "Edelman", diamètre 40 mm ou Agro Sonde "A3H" ou Préleveur automoteur avec sonde tubulaire à fonctionnement hydraulique.

Dans tous les cas, la sonde sera graduée avec un adhésif couleur tous les 30 cm ou marquée dans la masse afin d'identifier les différents horizons.

- **Seaux** : pour éviter toute erreur d'identification entre les horizons, utiliser des seaux différenciés pour référencer les différents niveaux (0-30 ; 30-60 ; 60-90 ; 90-120). On veillera à ce que les seaux soient propres et surtout qu'ils n'aient pas contenu un engrais ou un concentré azoté.

- **Couteau** : pour décoller la terre de chaque côté de la sonde et nettoyer la carotte de terre.

¹ Chaque année un document de référence de la Chambre d'Agriculture intitulé "**Fumure azotée des céréales**" est diffusé très largement vers le **20 février** auprès des agriculteurs et organismes agricoles.

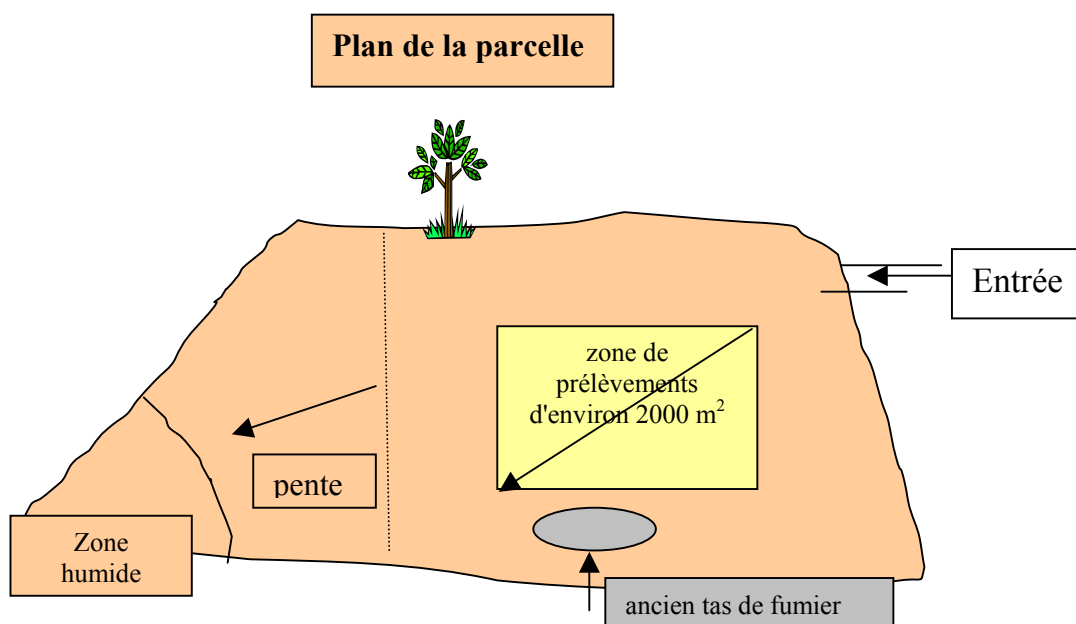
- **Quantité de terre**: utiliser pour le prélèvement un récipient d'une contenance d'environ 100 grammes de terre (ex : verre " duralex n°13 ") ou de 200-300 g suivant le laboratoire d'analyses.
- **Sachets d'échantillonnage** : suivre les recommandations des laboratoires.
- **Glacière et pain de glace** : pour le stockage des échantillons du champ au laboratoire ou congelés rapidement.
- **Fiche de renseignements "parcelle"**, cette fiche est indispensable pour pouvoir interpréter le niveau de reliquat d'azote en particulier la fertilisation réalisée et les précédents culturaux.

1.3. Zone de prélèvements

Prélever dans une zone homogène environ 2000 m² (50 x 40 m), relativement plane et représentative de la parcelle.

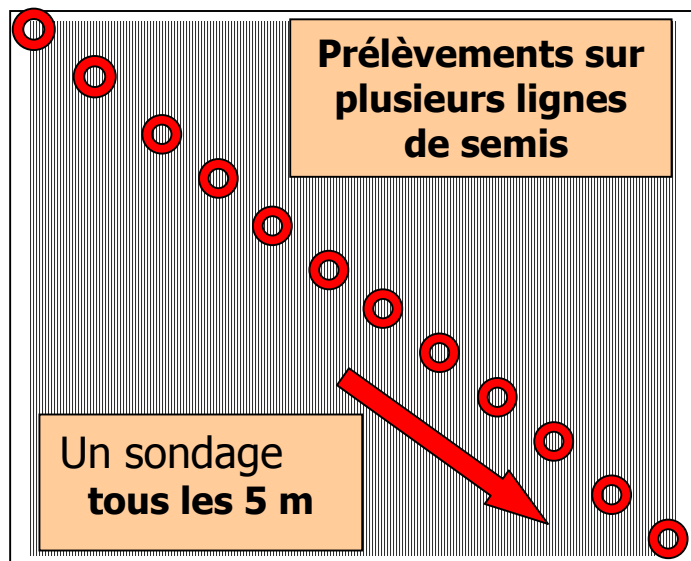
Il est impératif d'éviter les fourrières, les bas de pente, l'emplacement des anciens tas de fumier, des talus et de s'éloigner de l'entrée du champ.

Joindre à la feuille de renseignements un plan sommaire de la parcelle et de la zone de prélèvement ou le dessiner au dos de la feuille de renseignements



1.4. Méthode de prélèvements

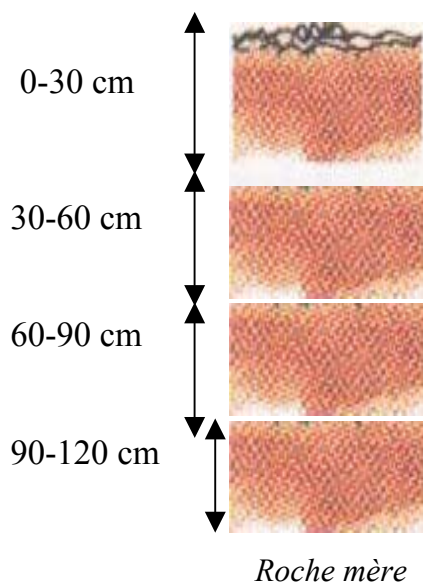
- Plan de prélèvements



Pour chaque horizon, l'échantillon sera constitué par un minimum de 12 sondages ou « carottes ».

Prélever sur une diagonale tous les 5 m de façon à bien prendre en compte la variabilité des pratiques de fertilisation et notamment celles liées aux épandages de déjections animales.

- Profondeur des prélèvements



Prélever sur toute la profondeur du sol par couche de 30 cm.

A chaque sondage :

Retirer la terre qui se trouve à l'extérieur de la « carotte » en grattant les bords avec un couteau et supprimer les 2 cm ou plus de terre de la partie supérieure suivant la situation, ceci afin d'éviter toute contamination d'un horizon à l'autre (tarière hélicoïdale). Nettoyer le trou de prélèvements avant de prélever le 3^{ème} horizon. La tarière doit être descendue aisément et nettoyer l'horizon 30-60 tant que ce n'est pas le cas.

Entre chaque sondage : nettoyer la tarière.

Attention : pendant la réalisation de l'opération, ne pas empiler les seaux.

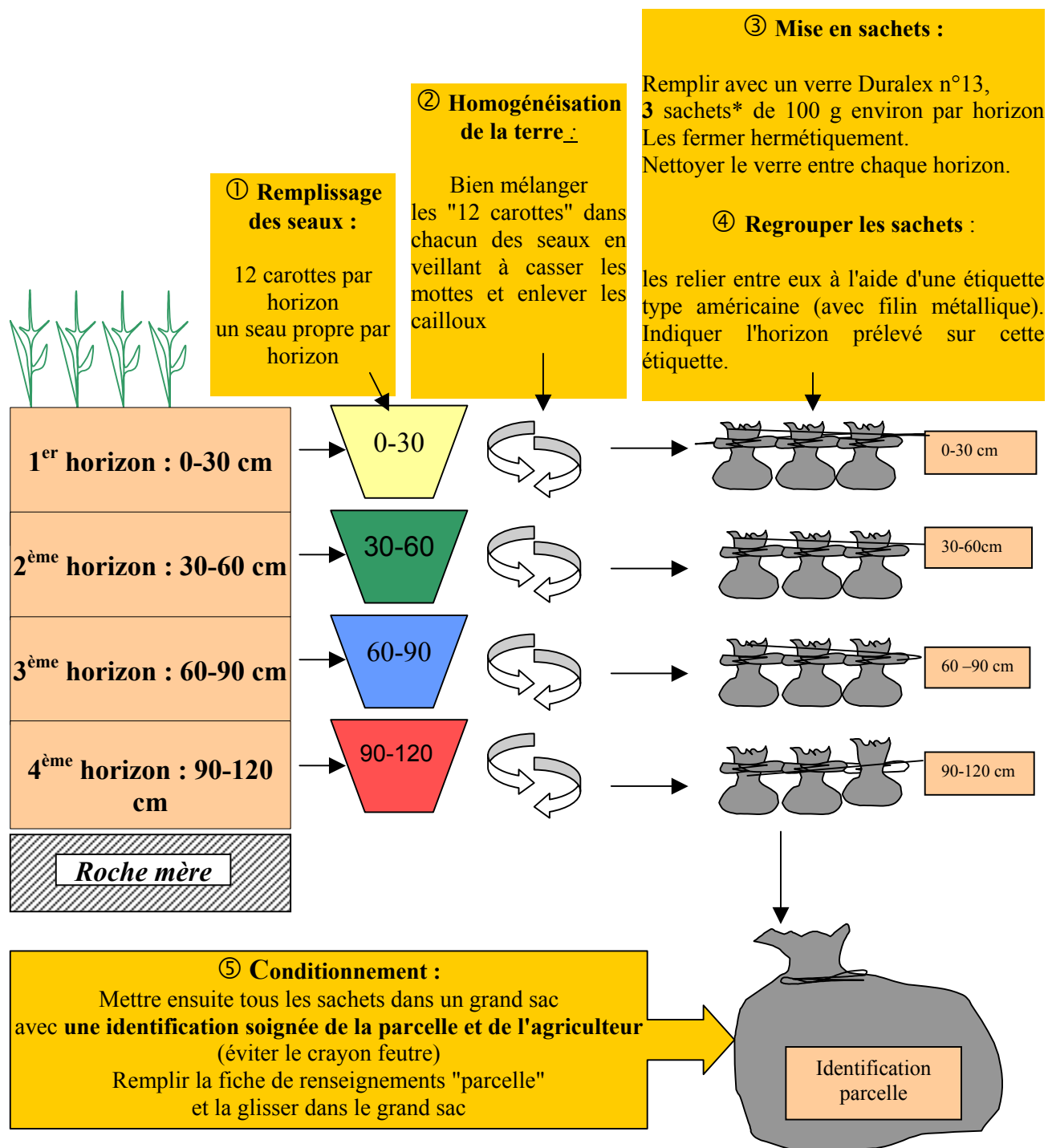


Dans cet exemple, c'est 5 cm de terre à enlever en haut de la tarière (la couleur est différente)

1.5. Constitution et étiquetage des échantillons

Le schéma ci-dessous permet de satisfaire constitution d'un échantillon et limiter les erreurs.

Exemple d'un schéma de constitution d'un échantillon



* 2 des trois sachets serviront à l'analyse du taux d'humidité et de l'azote minéral, le dernier étant conservé au laboratoire pour une analyse de contrôle si nécessaire.

Le protocole peut varier suivant les laboratoires d'analyses, les consulter avant de lancer une campagne de prélèvements.

1.6. Conservation des échantillons

Dès le prélèvement réalisé et les carottes mélangées, l'échantillon évolue très rapidement à température ambiante.

Sans précautions particulières, la quantité d'azote nitrique et ammoniacal est susceptible d'évoluer rapidement en 24 heures.

Il est impératif de placer les échantillons en glacière (avec pains de glace) dès la constitution des échantillons au champ.

Pour l'acheminement des échantillons du champ au laboratoire, trois possibilités sont envisageables :

- apporter les échantillons au laboratoire le jour même du prélèvement.
- les mettre au réfrigérateur à 4°C, maximum 48 heures.
- les congeler pendant au maximum 15 jours. La congélation doit être rapide. L'échantillon doit parvenir congelé au laboratoire. Si celui-ci est éloigné, utiliser une caisse isotherme ou une glacière.

1.7. Fiche de renseignements

La fiche de renseignements n'est pas destinée au laboratoire mais au technicien qui analysera les résultats du RSH. Au laboratoire devra arriver une fiche de renseignements propre à chaque laboratoire pour identifier l'échantillon, le paiement et la destination des résultats.

1.8. Choix du laboratoire

Le laboratoire devra être agréé par le Ministère de l'Agriculture et accrédité COFRAC pour le domaine des analyses de sols.

On privilégiera les laboratoires de proximité et assurant une bonne qualité de conservation (respect de la chaîne de froid) et une prise en charge rapide des échantillons.

1.9. Analyse

Type d'analyse demandée : azote minéral

Paramètres analysés : humidité, azote nitrique (N.N03), azote ammoniacal (N.NH4)

Pour le calcul du niveau du RSH, il faut prendre en compte le total du nitrate (NO3) et de l'azote ammoniacal du premier horizon. Cet azote ammoniacal sera d'ailleurs un indicateur de pertinence de l'analyse: en surface, il aura la valeur maxi de 12-15 kg par hectare et dans les horizons inférieurs 3-4 maxi. Une valeur élevée peut résulter de la rupture de la chaîne du froid. Dans le cas de valeurs supérieures de l'azote ammoniacal, il faudra suspecter une erreur dans l'analyse et dans ce cas, le résultat ne pourra pas être validé et interprété.

1.10. Restitution des résultats aux agriculteurs

Le RSH pourra être adressé directement à l'agriculteur et au technicien agricole pour l'interprétation en se référant à la fiche de renseignements.

2. GUIDE D'INTERPRETATION

2.1. Fiche de calcul du reliquat azoté

2.1.1) Correction des résultats transmis par le laboratoire

Pour calculer le résultat final, deux éléments sont à prendre en compte :

- la densité du sol,
- la pierrosité du sol.

– La densité du sol

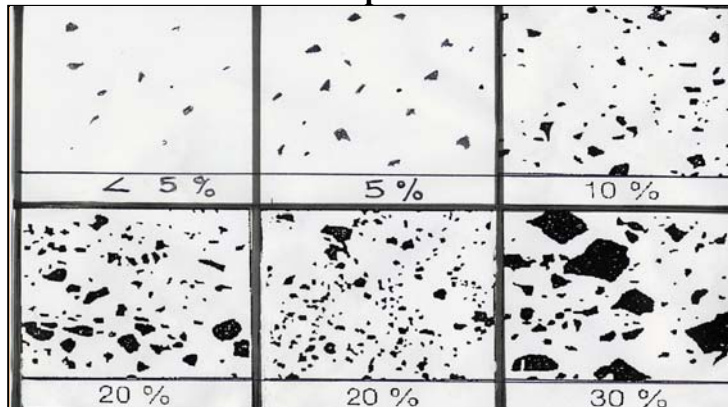
Il convient de tenir compte de la densité moyenne retenue par le laboratoire d'analyses et corriger éventuellement la densité retenue par le laboratoire; la densité varie de 1.1 à 1.5 soit de 3 300 à 4 500 tonnes de terre par hectare.

Les résultats transmis par le laboratoire sont présentés ainsi :
Nom de la parcelle et n° de prélèvement correspondant à l'horizon
- Humidité pondérale en %
- Azote nitrique (N) kg/ha
- Azote ammoniacal (N) kg/ha

– La pierrosité du sol

La pierrosité du sol doit être renseignée au champ au moment du prélèvement et inscrit au dos de la fiche de renseignement et sur la fiche remise au laboratoire si indiqué sur celle-ci (tous les laboratoires ne prenant pas en compte la pierrosité pour le calcul du RSH par hectare). La correction du niveau d'azote peut se faire directement au laboratoire sinon il sera à faire à la réception du résultat d'analyse. Celui ci sera corrigé pour l'horizon de surface et l'autre horizon si nécessaire, en multipliant le résultat par le coefficient correcteur estimé en fonction de la pierrosité (% de cailloux dans le sol)

Grille d'estimation de la pierrosité du sol



Coefficient correcteur pour densité labo de 1.4

% de cailloux	densité	
	1.4	1.3
peu		
< 5%	1	0.95
5%	0.95	0.90
10%	0.90	0.85
beaucoup		
15%	0.85	0.80
20%	0.80	0.75
25%	0.75	0.70
30%	0.70	0.65

2.1.2) Quantité d'azote à retenir

- Pour un reliquat Sortie Hiver :

Exemple : Pierrosité de 10 % sur l'horizon 0-30 cm et < 5% sur les autres horizons

Profondeur ou horizon	Azote Nitrique N-NO3	Azote Ammoniacal N-NH4	total	Coefficient correcteur	Total corrigé à retenir
0-30 cm	12	8	20	0.9	20*0.9 = 18
30-60 cm	20	non comptabilisé	20	1	20
60-90 cm	24	non comptabilisé	24	1	24
90-120 cm					
Total	56	8	64		62 kg /ha

Le résultat est exprimé en kg d'azote minéral par ha pour une densité de terre de 1.4 (soit 4200 tonnes de terre/ha) pour ce qui concerne, par exemple, le LDA 22.

Remarque : si le résultat N-NH4 est élevé, il faut se poser la question d'une mauvaise conservation de l'échantillon du champ au laboratoire (rupture de la chaîne de froid), ou d'un apport de minéral récent. Dans ce cas le résultat ne peut être validé et interprété.

2.2. Les paramètres à prendre en compte pour l'interprétation des résultats

2.2.1) Effet précédent pour les résidus

La connaissance de la rotation culturale sur 5 ans permet de prendre en compte les "arrière-effets" des précédents culturaux. Il faut donc distinguer 4 catégories d'effet « précédent » : faible, moyen, fort et très fort.

2.2.2) Effet fertilisation

- Apprécier le passé de fertilisation organique de la parcelle qui intègre la fréquence et les quantités d'apports d'effluents réalisés les années précédentes. Il peut être considéré comme faible, modéré ou fort comme présenté ci-dessous.

Effet des résidus de culture par type de rotation

Faible	Maïs ensilage / Maïs ensilage Maïs grain / blé / orge ou triticale / endives Maïs grain / blé / orge ou triticale Maïs ensilage / Maïs ensilage / blé
Moyen	Maïs grain / Maïs grain Maïs grain / blé / cipan Maïs grain / blé / orge ou triticale / colza Maïs grain Maïs grain blé
Fort	Légumes / Légumes / Maïs / Pomme de terre (2-3ans) Légumes / Légumes / Maïs / Chou Maïs grain / blé / Légumes Maïs grain / blé / épinard Maïs grain / blé / pois ou pomme de terre / blé
Très fort	Pt (4- 6) / Maïs ensilage / Maïs ensilage Chou / artichaut / pomme de terre / brocolis Prairie temporaire(4) / Maïs / Maïs / blé / orge Prairie temporaire(4-6) / Maïs ensilage / Maïs ensilage / blé / orge Maïs grain / blé / épinard / haricot Prairie temporaire (9) / blé

Appréciation du passé de fertilisation organique de la parcelle :

Quelques exemples de fertilisation organique

Fréquence d'apport	Quantités de fumier et lisier en Tonne ou m ³ par hectare	Pression organique
tous les ans	50 t Fumier Bovin ou Fumier de porcs 60 à 70 m ³ de Lisier Porc et Lisier Bovin 15-20 T de Fumier ou Fientes de Volailles	Forte (*)
2 années sur trois	60 t Fumier de Bovins ou Fumier Porcs 30 T de Fumier ou Fientes de Volailles Double apports, Lisier + fumier : 30 m ³ + 30 t 30 t de Fumier Bovins + 5 t de Fumier Volailles (ou 15 + 10)	Forte (*)
2 années sur trois	30 t de Fumier Bovins ou Fumier Porcs 15-20 t de Compost de Fumier Bovins 30 m ³ de Lisier Bovin ou Lisier Porcs < 10 t de Fumier Volailles ou fientes Double apports, Lisier + fumier : 20 t + 20 m ³ 15 t de Fumier Bovins+ 5 t de Fumier Volailles	Modéré
tous les 2 ans	60 t Fumier de Bovins ou Fumier Porcs 30 T de Fumier ou Fientes de Volailles Double apports, Lisier + fumier : 30 m ³ + 30 t 30 t de Fumier Bovins + 5 t de Fumier Volailles (ou 15 + 10)	Forte (*)
	30 t de Fumier Bovins ou Fumier Porcs 15-20 t de Compost de Fumier Bovins 30 m ³ de Lisier Bovin ou Lisier Porcs < 10 t de Fumier Volailles ou fientes Double apports, Lisier + fumier : 20 t + 20 m ³ 15 t de Fumier Bovins+ 5 t de Fumier Volailles	Modéré
tous les 3 ans et plus	< 30 t de Fumier Bovins ou Fumier Porcs 30 m ³ de Lisier Bovin ou Lisier de Porcs 5 t de Fumier Volailles ou fientes	Faible

(*) à noter que de tels apports sont à proscrire

3. VALORISATION DES RESULTATS

3.1. Sur Céréale d'hiver : prélèvement entre le 20 janvier et le 20 février

Cette période de mesure précède la reprise de végétation qui va générer les besoins en azote de la plante.

Le Reliquat Sortie Hiver, azote minéral disponible pour la plante à partir du tallage se mesure et s'interprète sur la totalité du profil de sol, jusqu'à 90 ou 120 cm, car les racines vont être suffisamment développées pour capter l'azote à ces profondeurs.

Lorsque le reliquat a été mesuré trop tôt, avant une forte période de pluie de février par exemple, ou pour une culture n'ayant pas atteint le stade tallage à cette date, une diminution pourra être appliquée en fonction de la pluviométrie (ref grilles de fertilisation).

Ainsi, en hiver très humide, on pourra ne pas retenir les horizons au-delà de 60 cm et plus particulièrement dans les sols sableux et sur l'Ouest du département où la pluviométrie est plus importante.

Plusieurs outils de calcul permettant de valoriser ces résultats peuvent être utilisés :

- Grille "Fertilisation Azotée des Céréales à paille en Bretagne" de juin 2007 éditée par les Chambres d'Agriculture, l'INRA, ARVALIS.
- Plan de fumure azoté prévisionnel.

3.2. Sous un sol nu à peu couvert avant culture de printemps (cas d'une rotation maïs – maïs)

Cette mesure est recommandée car l'azote n'a pas été absorbé ou très peu; le niveau sera fonction des pluies de l'hiver jusqu'à fin mars.

Lorsqu'une mesure de RSH est réalisée avant une période pluvieuse ou à une date très précoce, on doit soustraire du résultat la quantité d'azote lessivé entre la date de mesure et la fin mars. Ceci correspond au correctif du reliquat inscrit dans le Plan de Fumure.

3.3. Sous couvert végétal ou colza d'hiver

Cette mesure n'est pas utile dans beaucoup de situations normales: colza ou couvert végétal développés.

Lorsque le CIPAN ou le colza d'hiver sont moyennement développés (plus de 60 kg N absorbés au moment de la mesure pour le colza), le RSH sous culture est d'ordinaire faible (environs 10 kg d'azote). De ce fait, leur mise en œuvre présente un intérêt limité.

Il faudra noter dans tous les cas, pour l'interprétation, l'état de développement du couvert au moment du prélèvement (fort, moyen ou faible) et signaler le gel éventuel du CIPAN. Celui-ci peut être responsable d'un relargage précoce d'azote dans l'horizon de surface. Dans ce cas, une partie des fournitures d'azote du CIPAN sera déjà minéralisée et il ne faut pas le compter deux fois dans la prévision de fumure azotée.



RESEAU RELIQUATS SORTIE HIVER

Fiche parcellaire

(à transmettre avec la localisation sur extrait carte IGN)

Nom de l'exploitant :

Adresse : Commune : BV

Nom de la parcelle : et commune si différente

Localisation carte IGN : Coordonnées Lambert : **X** : **Y** :

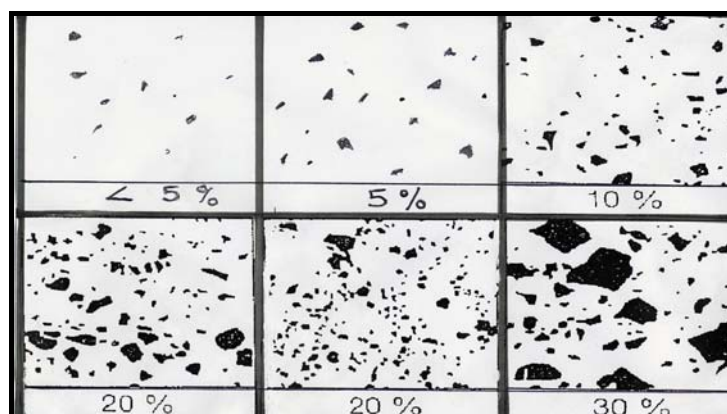
Attention : Vérifier l'absence d'apport d'azote avant tout prélèvement

- **Date** :
- **Préleveur** :
- **Niveaux prélevés** :
 0 – 30 cm 30 – 60 cm 60-90 cm + 90 cm
 Profondeur du dernier niveaucm. Pierrosité du sol.....% (voir grille verso)
- Type de sol :
- Géologie:.....
- **Date du dernier chaulage** : type de produit : quantité (Kg /ha) :

Campagnes culturales			Apports organiques (type et quantité/ha) ou gestion de la prairie*(voir verso)	Engrais azotés minéraux (type et quantité/ha)
2009	Culture principale		Date de semis :	Objectif de rdt :
	Inter culture (*)			
2008	Culture principale			
	Inter culture (*)			
2007	Culture principale			
	Inter culture (*)			
2006	Culture principale			
	Inter culture (*)			
2005	Culture principale			
	Inter culture (*)			
2004	Culture en place			

(*) indiquer le devenir de la culture intermédiaire : pâturée, ensilée ou enfouie

Grille d'estimation de la pierrosité du sol



*Dans le cas de rotation avec prairie, indiquer le type de prairie en précisant : 1A, 2A

1.A. Prairies temporaires extensives ou fauchées

Prairie extensive (< 1 UGB/ha, apports N < 100 uN / ha)

Ex. prairie, peu fertilisée, occupée de façon extensive (<1 UGB :ha) par génisses ou vaches tarées, fauche occasionnelle.

2.A. Prairies temporaires pâturées

Glossaire :

R.S.H. : Reliquat Sortie Hiver

COFRAC :

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

ARVALIS :

CIPAN : Culture Intermédiaire Piège A Nitrate

UGB : Unité Gros Bétail

Ha : Hectare

IGN : Institut de la Géographie National