



Agronomie Environnement

Fiches d'aide au raisonnement de la fertilisation azotée des grandes cultures

**Document technique simplifié d'aide à
l'élaboration du plan prévisionnel
de fumure azotée**



ADAR
agence de développement agricole et rural



Mai - 2004

**Chambre Régionale d'Agriculture de Lorraine
BP 1022 9, rue de la Vologne 54521 Laxou
E. HANCE**

FERTILISATION AZOTEE

Depuis la fin des années 70, la plupart des pays européens dont la France est confrontée au problème de l'augmentation des teneurs en nitrates dans les eaux, du fait des activités domestiques et industrielles denses et d'une agriculture intensive. Sur la base de la Dose Journalière Admissible (DJA : 3,65 mg NO₃-/kg de poids vif) établie en 1962 par l'OMS et à la FAO, le Conseil des Communautés Européennes définit en 1975 puis en 1980 dans des directives européennes "eaux potables" la teneur maximale en nitrate dans les eaux de boisson à 50 mgNO₃-/l.

Face à cette problématique environnementale, plusieurs dispositions ont été prises afin de lutter contre les pollutions nitratées d'origine agricole.

I - 1 – LA LUTTE AUX NITRATES :

Dés 1980, le **rapport HENIN** soulignait la nécessité de limiter les pertes de nitrates par une meilleure évaluation des besoins des cultures et par une meilleure maîtrise du cycle de l'azote.

Dans une directive Européenne CEE n°91-676, appelée communément directives nitrates, il était prévu la mise en place de programmes d'actions à partir de 1996 sur les zones alimentant une ressource en eau déjà polluée ou susceptible de l'être à terme (zones vulnérables). En **1992, la loi sur l'eau** dépasse les approches sectorielles. L'eau et les milieux aquatiques constituent un patrimoine fragile qui appartient à la nation. Il convient de le gérer en conséquence. Deux outils sont créés : le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et Gestion de l'Eau) et les SAGE (Schémas d'Aménagement et de Gestion de l'Eau) pour planifier l'usage de l'eau.

Les pollutions azotées d'origine agricole sont de deux types :

- Les pollutions ponctuelles attribuables à des rejets d'effluents arrivant directement dans l'eau, que ce soit à partir d'installations de stockage de déjections animales défectueuses, ou au cours de leur transport.
- Les pollutions diffuses se produisent à partir des terres agricoles par ruissellement ou infiltration. Elles sont le fait d'une surfertilisation pouvant être liée à un chargement animal trop élevé par rapport à la surface d'épandage, mais également à des apports d'engrais inadaptés par rapport aux besoins des cultures (fractionnement et doses).

La réduction des risques de pollution azotée d'origine agricole passe par une meilleure gestion de l'azote sur l'ensemble de l'exploitation mais également au cours de son cycle dans le système de culture.

- Gestion de l'interculture : un sol laissé nu après une récolte au cours d'une période hivernale favorise la percolation des nitrates et leur entraînement, soit dans les eaux superficielles, soit dans les nappes. L'implantation d'une culture intermédiaire constitue un piège à nitrates (CIPAN).
- Gestion de la fertilisation azotée : il est important de fournir à la plante ce qui lui est strictement nécessaire à chaque période de son développement, au vu des rendements attendus. Le fractionnement des apports en plusieurs passages permet de réduire les risques de perte.

En 1993, un accord national sur la maîtrise des pollutions d'origine agricole entre la profession agricole, le Ministère de l'Agriculture et le Ministère de l'Environnement a été signé. Ce programme composé de 2 volets (l'un concerne les productions végétales et les produits phytosanitaires et l'autre l'élevage et les déjections animales), s'intégrait dans un plan général sur la reconquête de la qualité de l'eau. A travers ce programme, l'agriculture s'engageait à financer au côté des collectivités et des agences de l'eau la mise en conformité des bâtiments d'élevage et les déjections animales (PMPOA) avec en contre partie le non-paiement de la redevance pollution jusqu'en 1998. Un deuxième programme a été établi en 2002.

En 1993, des mesures régionalisées en faveur de l'environnement ont été développées au travers du programme « agri-environnement » qui s'inscrivait dans le cadre des mesures d'accompagnement de la PAC concernant les méthodes de production agricoles compatibles avec les exigences de protection de l'environnement ainsi que l'entretien de l'espace naturel. Une des dispositions concerne la réduction des apports azotés sur une ou plusieurs parcelles et la mise en place de cultures intermédiaires « pièges à nitrates ». Une aide financière est apportée afin de compenser la perte de revenu de l'agriculteur. Ces mesures prévues pour une durée de 5 ans présentent un caractère ponctuel dans l'espace et dans le temps.

Depuis 1996, d'autres dispositions réglementaires ont été prises dans le cadre de la directive nitrates sur les zones vulnérables.

1er programme 1996-2000 :

Corriger les plus grosses erreurs concernant l'épandage des fertilisants azotés

2^{ème} programme 2001-2003 :

Obtenir une évolution quantifiée des pratiques de gestion des fertilisants azotés et de l'interculture

3^{ème} programme 2004-2007 :

Les 3^e programmes d'action doivent être prêts avant le 31 décembre 2003 et porteront sur toutes les zones vulnérables du département jusqu'au 20 décembre 2007. Ils peuvent être identiques aux 2^e programmes d'action.

Parallèlement à toutes ces dispositions réglementaires, des initiatives sur la base du volontariat des agriculteurs ont été initiées afin de prendre en compte la préoccupation environnementale (l'opération FERTI-MIEUX).

En Lorraine, plusieurs opérations Ferti-Mieux ont été mises en place depuis le début des années 90. Pour chacune de ces opérations, un suivi de la qualité de l'eau est réalisé. Pour certaines d'entre elles, on observe une atténuation ponctuelle des pics de nitrates, et pour d'autres une diminution de la concentration en nitrates. Cette amélioration de la qualité de l'eau a été obtenue en modifiant les pratiques agricoles à partir de références établies régionalement et localement.

I - 2 - UN REFERENTIEL REGIONAL POUR AIDER AUX MODIFICATIONS DES PRATIQUES :

Dans le cadre des actions proposées pour une meilleure maîtrise de la fertilisation azotée et afin de consolider le référentiel de potentiel de production par type de sol sous un climat donné pour chaque espèce végétale cultivée, la Chambre Régionale d'Agriculture de Lorraine a décidé la mise en place d'un dispositif régional en 1992 (réseau O.P.A.L. : Observatoire des

Potentialités Agro-climatiques en Lorraine). Composé de douze sites, ce réseau a pour objectif de mieux suivre les potentialités de production des différents types de sols lorrains et d'en apprécier les fournitures en azote.

Cet Observatoire a permis d'établir un référentiel de potentiel de production par type de sol, pour une espèce végétale sous un climat donné et de déterminer les fournitures en azote par type de sol et par système de culture.

Pour chaque espèce, des grilles d'estimations des fournitures en azote du sol ont été établies à partir de l'ensemble de ces critères. Les valeurs références fournies ont été déterminées à partir d'une moyenne des mesures effectuées dans les mêmes conditions. Dans les situations pour lesquelles il y avait une seule mesure ou pas du tout, une estimation a été réalisée à partir de références définies dans des cas peu différents

A partir de l'ensemble de références ainsi acquises, des fiches simplifiées pour chaque espèce regroupant les principaux types de sols présents en Lorraine ont été réalisées afin d'aider à fixer un objectif de rendement cohérent avec le potentiel agronomique de la parcelle et à y adapter au mieux la fertilisation azotée en tenant compte des fournitures en azote du sol qui peuvent être estimées.

Ce référentiel est largement utilisé dans les zones sensibles par rapport aux risques de pollution nitrates (Directive nitrate, PMPOA et Ferti-Mieux...)

Fiches d'aide au raisonnement de la fertilisation azotée des grandes cultures

1 - Blé d'hiver	p 5
2 - Orge d'hiver	p 6
3 - Orge de printemps	p 7
4 - Colza d'hiver	p 8
5 - Maïs fourrager	p 9
6 - Maïs grain	p 10
7 - Plan prévisionnel et cahier d'enregistrement	p 11

FERTILISATION AZOTEE BLE D'HIVER FICHE D'AIDE A LA DECISION

DOSES INDICATIVES

Types de sol	Objectif de rendement (qx/ha)	Culture précédente et devenir des pailles	Dose d'Azote N (U)	
			Céréaliier (1)	Elevage (2)
Sols à cailloux (très superficiels) C - IV - A ⁺ - S à C - II - A ⁺ - S	55 à 65	Colza pailles enfouies	130 à 155	115 à 140
		Céréales pailles enfouies	140 à 165	130 à 155
		Maïs ou céréales pailles enlevées	135 à 160	125 à 150
Sols argilo-calcaires (40 à 80 cm de profondeur) C - 3 - AL ⁺ - S à C - 4 - AL ⁺ - S	65 à 80	Colza pailles enfouies	140 à 180	125 à 160
		Céréales pailles enfouies	155 à 190	135 à 175
		Maïs ou céréale pailles enlevées	150 à 185	130 à 165
Sols argilo-limoneux, limoneux (profonds et sains) C - 5 - AL ⁺ - S à L - 7 - L - S	85 à 95	Colza pailles enfouies	160 à 180	140 à 160
		Céréales pailles enfouies	175 à 190	155 à 175
		Maïs ou céréale pailles enlevées	165 à 185	150 à 165
Sols argileux (profonds, plus ou moins hydromorphes) A - 7 - AL - M ₅₀ A ₅₀	80 à 90	Colza pailles enfouies	155 à 175	135 à 155
		Céréales pailles enfouies	165 à 185	150 à 165
		Maïs ou céréale pailles enlevées	160 à 180	140 à 160
Sols sur marne (< 60 cm de profondeur) M ⁺ - 4 - AL - M M ⁺ ₃₀	60 à 75	Colza pailles enfouies	130 à 165	115 à 155
		Céréales pailles enfouies	140 à 180	130 à 165
		Maïs ou céréale pailles enlevées	135 à 175	125 à 160
Sols sur marne (> 60 cm de profondeur) M ⁺ - 7 - AL - M M ⁺ ₉₀	75 à 85	Colza pailles enfouies	160 à 180	140 à 160
		Céréales pailles enfouies	175 à 190	155 à 175
		Maïs ou céréale pailles enlevées	165 à 185	150 à 165
Sols sableux (sur alluvions) Sv - 7 - SL - D S ₅₀	70 à 80	Colza pailles enfouies	140 à 160	125 à 140
		Céréales pailles enfouies	155 à 175	135 à 155
		Maïs ou céréale pailles enlevées	150 à 165	130 à 150
Sols sableux (sur grès) G - 6 - SL - S S ₅₀	65 à 75	Colza pailles enfouies	130 à 150	110 à 130
		Céréales pailles enfouies	140 à 160	125 à 140
		Maïs ou céréale pailles enlevées	135 à 155	115 à 135

- (1) "Système céréaliier" : sans apports réguliers de fumier
(2) "Système élevage" : avec apport régulier de fumier tous les 3 ans, ou après retournement de prairie. Si apport sur la culture, diminuer la dose de 15 unités.

CONSEILS DE FERTILISATION

- Fractionnement conseillé en 3 apports de la dose totale. Pour améliorer les taux de protéines, possibilité d'un 4^{ème} apport.
- Dose au premier apport limitée à 40-60 unités et appliquée au tallage (en général, pas avant le 20 février) ou selon la règle de certains indicateurs (méthode double densité).
- Second apport au stade Epi 1 cm (80 à 100 unités) et au moins trois semaines après un premier apport ou 250 ° C. après le premier apport.
- Troisième apport entre les stades deux Nœuds et Sortie dernière feuille (40 à 70 unités selon les outils d'aide à la décision).
- Attention aux conditions d'épandage de la solution azotée en sols calcaires (Températures et humidité du sol) pour limiter les pertes par volatilisation. Préférer des temps couverts et humides

METHODE DE CALCUL de la dose totale d'azote sur Blé d'Hiver

Exemple de calcul	
Par îlot parcellaire	Principe de calcul
Je choisis un objectif de rendement selon le type de sols et le potentiel de la culture	Sols à cailloux (très superficiels) 60 qx/ha
Je multiplie ce rendement par les besoins unitaires de l'espèce 3 kg/ql	180 unités
Je consulte la grille ci-dessous pour estimer les fournitures en azote du sol selon le passé cultural	Précédent colza (système céréalier) 65 unités
Je déduis les fournitures des besoins totaux	180 - 65 = 115 unités
Pour tenir compte de l'azote non utilisé par la culture, je multiplie par 1,25	115 * 1,25 = 145 unités
Je module si nécessaire en fonction de l'apport de matière organique (*)	

(*) Si apport sur la culture, diminuer la dose de 15 unités

GRILLE DES FOURNITURES EN AZOTE DU SOL

Types de sol	Culture précédente et devenir des pailles	Fournitures d'azote par le sol (N kg/ha)	
		Céréalier (1)	Élevage (2)
Sols à cailloux (très superficiels) C - IV - A ⁺ - S à C - II - A ⁺ - S	Colza pailles enfouies	60 à 70	70 à 80
	Céréales pailles enfouies	50 à 60	60 à 70
	Maïs ou céréales pailles enlevées	55 à 65	65 à 75
Sols argilo-calcaires (40 à 80 cm de profondeur) C - 3 - AL ⁺ - S à C - 4 - AL ⁺ - S	Colza pailles enfouies	80 à 95	95 à 110
	Céréales pailles enfouies	70 à 85	85 à 100
	Maïs ou céréale pailles enlevées	75 à 90	90 à 105
Sols argilo-limoneux, limoneux (profonds et sains) C - 5 - AL ⁺ - S à L - 7 - L - S	Colza pailles enfouies	125 à 140	140 à 155
	Céréales pailles enfouies	115 à 130	130 à 145
	Maïs ou céréale pailles enlevées	120 à 135	135 à 150
Sols argileux (profonds, plus ou moins hydromorphes) A - 7 - AL - M ₅₀ A ₅₀	Colza pailles enfouies	115 à 130	130 à 145
	Céréales pailles enfouies	105 à 120	120 à 135
	Maïs ou céréale pailles enlevées	110 à 125	125 à 140
Sols sur marne (< 60 cm de profondeur) M ⁺ - 4 - AL - M M ⁺ ₃₀	Colza pailles enfouies	75 à 90	85 à 100
	Céréales pailles enfouies	65 à 80	75 à 90
	Maïs ou céréale pailles enlevées	70 à 85	80 à 95
Sols sur marne (> 60 cm de profondeur) M ⁺ - 7 - AL - M M ⁺ ₉₀	Colza pailles enfouies	95 à 110	110 à 125
	Céréales pailles enfouies	85 à 100	100 à 115
	Maïs ou céréale pailles enlevées	90 à 105	105 à 120
Sols sableux (sur alluvions) Sv - 7 - SL - D S ₅₀	Colza pailles enfouies	95 à 110	110 à 125
	Céréales pailles enfouies	85 à 100	100 à 115
	Maïs ou céréale pailles enlevées	90 à 105	105 à 120
Sols sableux (sur grès) G - 6 - SL - S S ₅₀	Colza pailles enfouies	90 à 105	105 à 120
	Céréales pailles enfouies	80 à 95	95 à 110
	Maïs ou céréale pailles enlevées	85 à 100	100 à 115

Si les précipitations hivernales sont supérieures aux normales, il faut diminuer les fournitures en azote du sol de 5 à 15 kg/ha.

(Références CRALorraine)

FERTILISATION AZOTEE ORGE D'HIVER FICHE D'AIDE A LA DECISION

DOSES INDICATIVES

Types de sol	Objectif de rendement (qx/ha)	Culture précédente et devenir des pailles	Dose d'Azote N (U)	
			Céréalière (1)	Élevage (2)
Sols à cailloux (très superficiels) C - IV - A ⁺ - S à C - II - A ⁺ - S	55 à 65	Céréales pailles enfouies	115 à 130	100 à 120
		Céréales pailles enlevées	105 à 125	95 à 110
Sols argilo-calcaires (40 à 80 cm de profondeur) C - 3 - AL ⁺ - S à C - 4 - AL ⁺ - S	65 à 75	Céréales pailles enfouies	125 à 135	105 à 115
		Céréales pailles enlevées	120 à 130	100 à 110
Sols argilo-limoneux, limoneux (profonds et sains) C - 5 - AL ⁺ - S à L - 7 - L - S	80 à 90	Céréales pailles enfouies	130 à 155	115 à 130
		Céréales pailles enlevées	125 à 145	105 à 125
Sols argileux (profonds, plus ou moins hydromorphes) A - 7 - AL - M ₅₀ A ₅₀	75 à 85	Céréales pailles enfouies	125 à 145	105 à 120
		Céréales pailles enlevées	115 à 135	100 à 115
Sols sur marne (< 60 cm de profondeur) M ⁺ - 4 - AL - M M ₃₀ ⁺	60 à 70	Céréales pailles enfouies	110 à 125	95 à 115
		Céréales pailles enlevées	105 à 120	90 à 110
Sols sur marne (> 60 cm de profondeur) M ⁺ - 7 - AL - M M ₉₀ ⁺	70 à 80	Céréales pailles enfouies	120 à 140	100 à 120
		Céréales pailles enlevées	115 à 130	95 à 115
Sols sableux (sur alluvions) Sv - 7 - SL - D S ₅₀	70 à 80	Céréales pailles enfouies	120 à 140	100 à 120
		Céréales pailles enlevées	115 à 130	95 à 115
Sols sableux (sur grès) G - 6 - SL - S S ₅₀	65 à 75	Céréales pailles enfouies	110 à 130	95 à 110
		Céréales pailles enlevées	105 à 125	85 à 105

(1) "Système céréalière" : sans apports réguliers de fumier

(2) "Système élevage" : avec apport régulier de fumier tous les 3 ans, ou après retournement de prairie. Si apport sur la culture, diminuer la dose de 15 unités.

CONSEILS DE FERTILISATION

- Fractionnement conseillé en 2 apports de la dose totale conseillée (3 apports pour orge fourragère).
- Dose au premier apport limitée entre 60 (orge de brasserie) et 80 unités (orge fourragère) et appliquée fin février/début mars selon la forme d'engrais utilisés.
- Le reste de l'azote sera apporté dans un deuxième temps, environ trois semaines ou 250 ° C. après le premier apport.
- Attention aux conditions d'épandage de la solution azotée en sols calcaires (Températures et humidité du sol) pour limiter les pertes par volatilisation. Préférer des temps couverts et humides.

METHODE DE CALCUL de la dose totale d'azote sur Orge d'Hiver

Exemple de calcul	
Par îlot parcellaire	Principe de calcul
Je choisis un objectif de rendement selon le type de sols et le potentiel de la culture	Sols à cailloux (très superficiels) 60 qx/ha
Je multiplie ce rendement par les besoins unitaires de l'espèce 2,4 kg/ql	144 unités
Je consulte la grille ci-dessous pour estimer les fournitures en azote du sol selon le passé cultural	Précédent blé (système céréalier) 55 unités
Je déduis les fournitures des besoins totaux	144 - 55 = 89 unités
Pour tenir compte de l'azote non utilisé par la culture, je multiplie par 1,25	89 * 1,25 = 110 unités
Je module si nécessaire en fonction de l'apport de matière organique (*)	

(*) Si apport sur la culture, diminuer la dose de 15 unités

GRILLE DES FOURNITURES EN AZOTE DU SOL

Types de sol	Culture précédente et devenir des pailles	Fournitures d'azote par le sol (N kg/ha)	
		Céréalier (1)	Elevage (2)
Sols à cailloux (très superficiels) C - IV - A ⁺ - S à C - II - A ⁺ - S	Céréales pailles enfouies	40 à 50	50 à 60
	Céréales pailles enlevées	45 à 55	55 à 65
Sols argilo-calcaires (40 à 80 cm de profondeur) C - 3 - AL ⁺ - S à C - 4 - AL ⁺ - S	Céréales pailles enfouies	55 à 70	70 à 85
	Céréales pailles enlevées	60 à 75	75 à 90
Sols argilo-limoneux, limoneux (profonds et sains) C - 5 - AL ⁺ - S à L - 7 - L - S	Céréales pailles enfouies	85 à 95	100 à 110
	Céréales pailles enlevées	90 à 100	105 à 115
Sols argileux (profonds, plus ou moins hydromorphes) A - 7 - AL - M ₅₀ A ₅₀	Céréales pailles enfouies	80 à 90	95 à 105
	Céréales pailles enlevées	85 à 95	100 à 110
Sols sur marne (< 60 cm de profondeur) M ⁺ - 4 - AL - M M ⁺ ₃₀	Céréales pailles enfouies	55 à 65	65 à 75
	Céréales pailles enlevées	60 à 70	70 à 80
Sols sur marne (> 60 cm de profondeur) M ⁺ - 7 - AL - M M ⁺ ₉₀	Céréales pailles enfouies	70 à 80	85 à 95
	Céréales pailles enlevées	75 à 85	90 à 100
Sols sableux (sur alluvions) Sv - 7 - SL - D S ₅₀	Céréales pailles enfouies	70 à 80	85 à 95
	Céréales pailles enlevées	75 à 85	90 à 100
Sols sableux (sur grès) G - 6 - SL - S S ₅₀	Céréales pailles enfouies	65 à 75	80 à 90
	Céréales pailles enlevées	70 à 80	85 à 95

Si les précipitations hivernales sont supérieures aux normales, il faut diminuer les fournitures en azote du sol de 5 à 15 kg/ha.

(Références CRALorraine)

FERTILISATION AZOTEE ORGE DE PRINTEMPS « BRASSICOLE » FICHE D'AIDE A LA DECISION

DOSES INDICATIVES "ORGE BRASSICOLE"

Types de sol	Objectif de rendement (qx/ha)	Culture précédente et devenir des pailles	Dose d'Azote N (U)	
			Céréaliier (1)	Elevage (2)
Sols à cailloux (très superficiels) C - IV - A ⁺ - S à C - II - A ⁺ - S	40 à 50	Céréales pailles enfouies	80 à 100	65 à 85
		Maïs ou céréales pailles enlevées	70 à 90	50 à 75
Sols argilo-calcaires (40 à 80 cm de profondeur) C - 3 - AL ⁺ - S à C - 4 - AL ⁺ - S	50 à 60	Céréales pailles enfouies	90 à 110	75 à 95
		Maïs ou céréales pailles enlevées	85 à 105	60 à 90
Sols argilo-limoneux, limoneux (profonds et sains) C - 5 - AL ⁺ - S à L - 7 - L - S	60 à 70	Céréales pailles enfouies	80 à 100	70 à 90
		Maïs ou céréales pailles enlevées	75 à 95	55 à 80
Sols argileux (profonds, plus ou moins hydromorphes) A - 7 - AL - M ₅₀ A ₅₀	55 à 65	Céréales pailles enfouies	80 à 100	65 à 85
		Maïs ou céréales pailles enlevées	70 à 90	50 à 80
Sols sur marne (< 60 cm de profondeur) M ⁺ - 4 - AL - M M ₃₀ ⁺	45 à 55	Céréales pailles enfouies	80 à 100	65 à 85
		Maïs ou céréales pailles enlevées	75 à 95	50 à 80
Sols sur marne (> 60 cm de profondeur) M ⁺ - 7 - AL - M M ₉₀ ⁺	55 à 65	Céréales pailles enfouies	85 à 105	70 à 90
		Maïs ou céréales pailles enlevées	80 à 100	55 à 85
Sols sableux (sur alluvions) Sv - 7 - SL - D S ₅₀	50 à 60	Céréales pailles enfouies	75 à 95	60 à 80
		Maïs ou céréales pailles enlevées	70 à 90	50 à 75
Sols sableux (sur grès) G - 6 - SL - S S ₅₀	50 à 60	Céréales pailles enfouies	85 à 105	70 à 90
		Maïs ou céréales pailles enlevées	75 à 95	55 à 80

(1)"Système céréaliier" : sans apports réguliers de fumier

(2)"Système élevage" : avec apport régulier de fumier tous les 3 ans, ou après retournement de prairie. Si apport sur la culture, diminuer la dose de 15 unités.

Pour une ORGE FOURRAGERE, augmenter les doses de 20 unités.

CONSEILS DE FERTILISATION

- Fractionnement en 2 apports de la dose totale conseillée.
- En semis précoce, 1/3 de l'apport se fera à la levée puis 2/3 au début du tallage.
- En semis tardif, 2/3 de l'apport se fera à la levée puis 1/3 au début du tallage.
- Attention aux conditions d'épandage de la solution azotée en sols calcaires (Températures et humidité du sol) pour limiter les pertes par volatilisation. Préférer des temps couverts et humides.

METHODE DE CALCUL de la dose totale d'azote sur Orge de printemps

Exemple de calcul	
Par îlot parcellaire	Principe de calcul
Je choisis un objectif de rendement selon le type de sols et le potentiel de la culture	Sols à cailloux (très superficiels) 50 qx/ha
Je multiplie ce rendement par les besoins unitaires de l'espèce 2,4 kg/ql	120 unités
Je consulte la grille ci-dessous pour estimer les fournitures en azote du sol selon le passé cultural	Précédent blé (système céréalier) 50 unités
Je déduis les fournitures des besoins totaux	120 - 50 = 70 unités
Pour tenir compte de l'azote non utilisé par la culture, je multiplie par 1,42	70 * 1,42 = 100 unités
Je module si nécessaire en fonction de l'apport de matière organique (*)	

(*) Si apport sur la culture, diminuer la dose de 15 unités

GRILLE DES FOURNITURES EN AZOTE DU SOL

Types de sol	Culture précédente et devenir des pailles	Fournitures d'azote par le sol (N kg/ha)	
		Céréalier (1)	Elevage (2)
Sols à cailloux (très superficiels) C - IV - A ⁺ - S à C - II - A ⁺ - S	Céréales pailles enfouies	40 à 50	50 à 60
	Maïs ou céréales pailles enlevées	45 à 55	55 à 65
Sols argilo-calcaires (40 à 80 cm de profondeur) C - 3 - AL ⁺ - S à C - 4 - AL ⁺ - S	Céréales pailles enfouies	55 à 65	65 à 75
	Maïs ou céréales pailles enlevées	60 à 70	70 à 80
Sols argilo-limoneux, limoneux (profonds et sains) C - 5 - AL ⁺ - S à L - 7 - L - S	Céréales pailles enfouies	85 à 95	95 à 105
	Maïs ou céréales pailles enlevées	90 à 100	100 à 110
Sols argileux (profonds, plus ou moins hydromorphes) A - 7 - AL - M ₅₀ A ₅₀	Céréales pailles enfouies	75 à 85	85 à 95
	Maïs ou céréales pailles enlevées	80 à 90	90 à 100
Sols sur marne (< 60 cm de profondeur) M ⁺ - 4 - AL - M M ₃₀ ⁺	Céréales pailles enfouies	50 à 60	60 à 70
	Maïs ou céréales pailles enlevées	55 à 65	65 à 75
Sols sur marne (> 60 cm de profondeur) M ⁺ - 7 - AL - M M ₉₀ ⁺	Céréales pailles enfouies	70 à 80	80 à 90
	Maïs ou céréales pailles enlevées	75 à 85	85 à 95
Sols sableux (sur alluvions) Sv - 7 - SL - D S ₅₀	Céréales pailles enfouies	65 à 75	75 à 85
	Maïs ou céréales pailles enlevées	70 à 80	80 à 90
Sols sableux (sur grès) G - 6 - SL - S S ₅₀	Céréales pailles enfouies	60 à 70	70 à 80
	Maïs ou céréales pailles enlevées	65 à 75	75 à 85

Si les précipitations hivernales sont supérieures aux normales, il faut diminuer les fournitures en azote du sol de 5 à 15 kg/ha.

(Références CRALorraine)

FERTILISATION AZOTEE COLZA D'HIVER FICHE D'AIDE A LA DECISION

DOSES INDICATIVES

Types de sol	Objectif de rendement (qx/ha)	Réglette azote CETIOM			
		Développement du colza en sortie hiver		Dose d'Azote N (U)	
				Céréaliier (1)	Élevage (2)
Sols à cailloux (très superficiel) C - IV - A ⁺ - S à C - II - A ⁺ - S	25 à 30	Très faible	< 0,4 kg/m ²	140 à 180	100 à 140
		Faible	0,4 à 0,8 kg/m ²	110 à 150	60 à 100
		Moyen	0,8 à 1,2 kg/m ²	80 à 120	40 à 80
		Fort	> 1,2 kg /m ²		
Sols argilo-calcaires (40 à 80 cm de profondeur) C - 3 - AL ⁺ - S à C - 4 - AL ⁺ - S	30 à 35	Faible	0,4 à 0,8 kg/m ²	140 à 180	90 à 140
		Moyen	0,8 à 1,2 kg/m ²	110 à 150	70 à 110
		Fort	1,2 à 1,6 kg/m ²	75 à 115	35 à 75
		Très fort	> 1,6 kg /m ²	55 à 95	25 à 60
Sols argilo-limoneux, limoneux (profonds et sains) C - 5 - AL ⁺ - S à L - 7 - L - S	35 à 45	Faible	0,5 à 1 kg/m ²	150 à 190	110 à 150
		Moyen	1 à 1,5 kg/m ²	120 à 175	80 à 135
		Fort	1,5 à 2 kg/m ²	70 à 125	30 à 85
		Très fort	> 2 kg /m ²	50 à 105	20 à 65
Sols argileux (profonds, plus ou moins hydromorphes) A - 7 - AL - M ₅₀ A ₅₀	35 à 40	Faible	0,5 à 1 kg/m ²	150 à 190	110 à 150
		Moyen	1 à 1,5 kg/m ²	120 à 160	80 à 120
		Fort	1,5 à 2 kg/m ²	70 à 110	30 à 70
		Très fort	> 2 kg /m ²	50 à 90	20 à 50
Sols sur marne (< 60 cm de profondeur) M ⁺ - 4 - AL - M M ⁺ ₃₀	30 à 35	Très faible	0,4 à 0,8 kg/m ²	140 à 180	90 à 140
		Faible	0,8 à 1,2 kg/m ²	110 à 150	70 à 110
		Moyen	1,2 à 1,6 kg/m ²	75 à 115	35 à 75
		Fort	> 1,6 kg /m ²	40 à 80	20 à 50
Sols sur marne souvent hydromorphes (> 60 cm de profondeur) M ⁺ - 7 - AL - M M ⁺ ₉₀	35 à 40	Faible	0,5 à 1 kg/m ²	150 à 190	110 à 150
		Moyen	1 à 1,5 kg/m ²	120 à 160	80 à 120
		Fort	1,5 à 2 kg/m ²	70 à 110	30 à 70
		Très fort	> 2 kg /m ²	50 à 90	20 à 50
Sols sableux (sur alluvions) Sv - 7 - SL - D S ₅₀	30 à 35	Faible	0,5 à 1 kg/m ²	110 à 150	60 à 110
		Moyen	1 à 1,5 kg/m ²	80 à 120	40 à 80
		Fort	1,5 à 2 kg/m ²	30 à 70	0 à 30
		Très fort	> 2 kg /m ²	20 à 50	0 à 20
Sols sableux (sur grès) G - 6 - SL - S S ₅₀	30 à 35	Faible	0,4 à 0,8 kg/m ²	140 à 180	90 à 140
		Moyen	0,8 à 1,2 kg/m ²	110 à 150	70 à 110
		Fort	1,2 à 1,6 kg/m ²	75 à 115	35 à 75
		Très fort	> 1,6 kg /m ²	55 à 95	25 à 60

- (1) "Système céréaliier" : sans apports réguliers de fumier
 (2) "Système élevage" : avec apport régulier de fumier tous les 3 ans, ou après retournement de prairie. Si apport sur la culture, diminuer la dose de 15 unités.

CONSEILS DE FERTILISATION

- Fractionnement en 2 apports de la dose totale conseillée (3 apports pour les doses supérieures à 150 unités/ha). Respecter un délai de 2 à 3 semaines entre chaque apport.
- Pour les colzas à faible développement à la sortie de l'hiver (< 0,5 kg/m²), limiter la dose du premier apport fin février (reprise de végétation) à 50 unités par hectare. La dose du deuxième apport sera égale à la dose totale - 80 dont 30 unités réservées pour le troisième apport.
- Pour les colzas à fort développement à la sortie de l'hiver (> 2 kg/m²), fractionner en deux apports et retarder la date du premier apport.

METHODE DE CALCUL de la dose totale d'azote sur Colza d'hiver

Exemple de calcul	
Par îlot parcellaire	Principe de calcul
Je choisis un objectif de rendement selon le type de sols et le potentiel de la culture	Sols à cailloux (très superficiels) 25 qx/ha
Je multiplie ce rendement par les besoins unitaires de l'espèce 6,7 kg/ql	165 unités
Je consulte la grille ci-dessous pour estimer les fournitures en azote du sol au printemps (NP) en tenant compte des quantités d'azote déjà mobilisées par la culture à partir de pesées matière verte (Nh = MV * 70) « CETIOM »	Colza sortie hiver Nh = 0,6 kg/m ² x 70 = 42 kg N (système céréalier) Np = 20 kg N
Je déduis les fournitures (NP et Nh) des besoins totaux	165 – 62 = 103 unités
Pour tenir compte de l'azote non utilisé par la culture, je multiplie par 1,25	103 * 1,25 = 128 unités
Je module si nécessaire en fonction de l'apport de matière organique (*)	

(*) Si apport sur la culture, diminuer la dose de 10 unités

GRILLE DES FOURNITURES EN AZOTE DU SOL

Types de sol	Développement du colza en sortie hiver Nh = MV x 70 (N kg/ha)		Fournitures d'azote par le sol au printemps NP (N kg/ha)	
			Céréalier (1)	Elevage (2)
Sols à cailloux (très superficiel) C - IV - A ⁺ - S à C - II - A ⁺ - S	Très faible	< 0,4 kg/m ²	20 à 25	25 à 30
	Faible	0,4 à 0,8 kg/m ²	15 à 20	20 à 25
	Moyen	0,8 à 1,2 kg/m ²	15 à 20	20 à 25
	Fort	> 1,2 kg /m ²		
Sols argilo-calcaires (40 à 80 cm de profondeur) C - 3 - AL ⁺ - S à C - 4 - AL ⁺ - S	Faible	0,4 à 0,8 kg/m ²	25 à 35	35 à 50
	Moyen	0,8 à 1,2 kg/m ²	20 à 30	30 à 45
	Fort	1,2 à 1,6 kg/m ²	20 à 30	30 à 45
	Très fort	> 1,6 kg /m ²		30 à 45
Sols argilo-limoneux, limoneux (profonds et sains) C - 5 - AL ⁺ - S à L - 7 - L - S	Faible	0,5 à 1 kg/m ²	40 à 50	50 à 60
	Moyen	1 à 1,5 kg/m ²	35 à 45	45 à 55
	Fort	1,5 à 2 kg/m ²	35 à 45	45 à 55
	Très fort	> 2 kg /m ²		45 à 55
Sols argileux (profonds, plus ou moins hydromorphes) A - 7 - AL - M ₅₀ A ₅₀	Faible	0,5 à 1 kg/m ²	30 à 40	40 à 50
	Moyen	1 à 1,5 kg/m ²	25 à 35	35 à 45
	Fort	1,5 à 2 kg/m ²	25 à 35	35 à 45
	Très fort	> 2 kg /m ²		35 à 45
Sols sur marne (< 60 cm de profondeur) M ⁺ - 4 - AL - M M ₃₀	Très faible	0,4 à 0,8 kg/m ²	25 à 35	35 à 50
	Faible	0,8 à 1,2 kg/m ²	20 à 30	30 à 45
	Moyen	1,2 à 1,6 kg/m ²	20 à 30	30 à 45
	Fort	> 1,6 kg /m ²		30 à 45
Sols sur marne souvent hydromorphes (> 60 cm de profondeur) M ⁺ - 7 - AL - M M ₉₀	Faible	0,5 à 1 kg/m ²	30 à 40	40 à 50
	Moyen	1 à 1,5 kg/m ²	25 à 35	35 à 45
	Fort	1,5 à 2 kg/m ²	25 à 35	35 à 45
	Très fort	> 2 kg /m ²		35 à 45
Sols sableux (sur alluvions) Sv - 7 - SL - D S ₅₀	Faible	0,5 à 1 kg/m ²	30 à 40	40 à 50
	Moyen	1 à 1,5 kg/m ²	25 à 35	35 à 45
	Fort	1,5 à 2 kg/m ²	25 à 35	35 à 45
	Très fort	> 2 kg /m ²		35 à 45
Sols sableux (sur grès) G - 6 - SL - S S ₅₀	Faible	0,4 à 0,8 kg/m ²	30 à 40	40 à 50
	Moyen	0,8 à 1,2 kg/m ²	25 à 35	35 à 45
	Fort	1,2 à 1,6 kg/m ²	25 à 35	35 à 45
	Très fort	> 1,6 kg /m ²		35 à 45

Si les précipitations hivernales sont supérieures aux normales, il faut diminuer les fournitures en azote du sol de 5 à 10 kg/ha.

FERTILISATION AZOTEE MAÏS FOURRAGER FICHE D'AIDE A LA DECISION

DOSES INDICATIVES

Types de sol	Objectif de rendement (t MS/ha)	Culture précédente et devenir des pailles	Dose d'Azote N (U)	
			Sans MO (1)	Avec MO (2)
Sols à cailloux (très superficiels) C - IV - A ⁺ - S à C - II - A ⁺ - S	8 à 10	Maïs paille enlevées	85 à 110	70 à 100
		Céréale pailles enlevées	80 à 105	65 à 90
Sols argilo-calcaires (40 à 80 cm de profondeur) C - 3 - AL ⁺ - S à C - 4 - AL ⁺ - S	10 à 14	Maïs paille enlevées	100 à 155	75 à 135
		Céréale pailles enlevées	85 à 140	60 à 120
Sols argilo-limoneux, limoneux (profonds et sains) C - 5 - AL ⁺ - S à L - 7 - L - S	14 à 16	Maïs paille enlevées	115 à 130	90 à 110
		Céréale pailles enlevées	100 à 120	80 à 95
Sols argileux (profonds, plus ou moins hydromorphes) A - 7 - AL - M ₅₀ A ₅₀	13 à 15	Maïs paille enlevées	110 à 125	85 à 105
		Céréale pailles enlevées	95 à 110	70 à 90
Sols sur marne (< 60 cm de profondeur) M ⁺ - 4 - AL - M M ₃₀ ⁺	10 à 12	Maïs paille enlevées	100 à 115	85 à 100
		Céréale pailles enlevées	85 à 100	70 à 90
Sols sur marne (> 60 cm de profondeur) M ⁺ - 7 - AL - M M ₉₀ ⁺	12 à 15	Maïs paille enlevées	110 à 150	90 à 125
		Céréale pailles enlevées	95 à 135	75 à 110
Sols sableux (sur alluvions) Sv - 7 - SL - D S ₅₀	13 à 15	Maïs paille enlevées	130 à 150	110 à 125
		Céréale pailles enlevées	115 à 135	95 à 110
Sols sableux (sur grès) G - 6 - SL - S S ₅₀	12 à 14	Maïs paille enlevées	115 à 135	95 à 115
		Céréale pailles enlevées	100 à 120	80 à 100

(1) "Sans MO" : sans apports réguliers de fumier

(2) "Avec MO" : avec apport régulier de fumier tous les 3 ans, ou après retournement de prairie. Si apport sur la culture, diminuer la dose de 15 unités.

Si la paille de céréales est enfouie, il faut augmenter la dose de **10 à 15 unités**

CONSEILS DE FERTILISATION

- Le rendement au champ est supérieur de 15 % environ au rendement rendu silo.
- Préférer l'apport en post-levée (à partir de 4-5 feuilles).
- Si vous fractionnez la dose, apportez au maximum 50 unités d'azote au semis ; le reste à 4-5 feuilles.
- Eviter l'azote apporté trop tôt par les binaires (exemple : 18-46) ou les ternaires (exemple : 17-17-17).
- Attention aux conditions d'épandage de la solution azotée en sols calcaires (Températures et humidité du sol) pour limiter les pertes par volatilisation. Préférer des temps couverts et sur sols humides.

METHODE DE CALCUL de la dose totale d'azote Maïs Fourrager

Exemple de calcul	
Par îlot parcellaire	Principe de calcul
Je choisis un objectif de rendement selon le type de sols et le potentiel de la culture	Sols à cailloux (très superficiels) 9 t MS/ha
Je multiplie ce rendement par les besoins unitaires de l'espèce 14 kg/t de MS	126 unités
Je consulte la grille ci-dessous pour estimer les fournitures en azote du sol selon le passé cultural	Précédent blé (système élevage) 70 unités
Je déduis les fournitures des besoins totaux	126 - 70 = 56 unités
Pour tenir compte de l'azote non utilisé par la culture, je multiplie par 1,42	56 * 1,42 = 80 unités
Je module si nécessaire en fonction de l'apport de matière organique (*)	

(*) Si apport sur la culture, diminuer la dose de 15 unités

GRILLE DES FOURNITURES EN AZOTE DU SOL

Types de sol	Culture précédente et devenir des pailles	Fournitures d'azote par le sol (N kg/ha)	
		Sans MO (1)	Avec MO (2)
Sols à cailloux (très superficiels) C - IV - A ⁺ - S à C - II - A ⁺ - S	Maïs paille enlevées	50 à 60	60 à 70
	Céréale pailles enlevées	55 à 65	65 à 75
Sols argilo-calcaires (40 à 80 cm de profondeur) C - 3 - AL ⁺ - S à C - 4 - AL ⁺ - S	Maïs paille enlevées	70 à 85	85 à 100
	Céréale pailles enlevées	80 à 95	95 à 110
Sols argilo-limoneux, limoneux (profonds et sains) C - 5 - AL ⁺ - S à L - 7 - L - S	Maïs paille enlevées	115 à 130	130 à 145
	Céréale pailles enlevées	125 à 140	140 à 155
Sols argileux (profonds, plus ou moins hydromorphes) A - 7 - $\frac{AL}{A_{50}}$ - M ₅₀	Maïs paille enlevées	105 à 120	120 à 135
	Céréale pailles enlevées	115 à 130	130 à 145
Sols sur marne (< 60 cm de profondeur) M ⁺ - 4 - $\frac{AL}{M_{30}}$ - M	Maïs paille enlevées	70 à 85	80 à 95
	Céréale pailles enlevées	80 à 95	90 à 105
Sols sur marne (> 60 cm de profondeur) M ⁺ - 7 - $\frac{AL}{M_{90}}$ - M	Maïs paille enlevées	90 à 105	105 à 120
	Céréale pailles enlevées	100 à 115	115 à 130
Sols sableux (sur alluvions) Sv - 7 - $\frac{SL}{S_{50}}$ - D	Maïs paille enlevées	90 à 105	105 à 120
	Céréale pailles enlevées	100 à 115	115 à 130
Sols sableux (sur grès) G - 6 - $\frac{SL}{S_{50}}$ - S	Maïs paille enlevées	85 à 100	100 à 115
	Céréale pailles enlevées	95 à 110	110 à 125

Si les précipitations hivernales sont supérieures aux normales, il faut diminuer les fournitures en azote du sol de 5 à 15 kg/ha.

(Références CRALorraine)

FERTILISATION AZOTEE MAÏS GRAIN FICHE D'AIDE A LA DECISION

DOSES INDICATIVES

Types de sol	Objectif de rendement (qx/ha)	Culture précédente et devenir des pailles	Dose d'Azote N (U)	
			Sans MO (1)	Avec MO (2)
Sols à cailloux (très superficiels) C - IV - A ⁺ - S à C - II - A ⁺ - S	45 à 55	Maïs paille enlevées	85 à 110	70 à 100
		Céréale pailles enlevées	80 à 105	65 à 90
Sols argilo-calcaires (40 à 80 cm de profondeur) C - 3 - AL ⁺ - S à C - 4 - AL ⁺ - S	55 à 75	Maïs paille enlevées	100 à 155	75 à 135
		Céréale pailles enlevées	85 à 140	60 à 120
Sols argilo-limoneux, limoneux (profonds et sains) C - 5 - AL ⁺ - S à L - 7 - L - S	80 à 90	Maïs paille enlevées	115 à 130	90 à 110
		Céréale pailles enlevées	100 à 120	80 à 95
Sols argileux (profonds, plus ou moins hydromorphes) A - 7 - AL - M ₅₀ A ₅₀	75 à 85	Maïs paille enlevées	110 à 125	85 à 105
		Céréale pailles enlevées	95 à 110	70 à 90
Sols sur marne (< 60 cm de profondeur) M ⁺ - 4 - AL - M M ₃₀ ⁺	60 à 70	Maïs paille enlevées	100 à 115	85 à 100
		Céréale pailles enlevées	85 à 100	70 à 90
Sols sur marne (> 60 cm de profondeur) M ⁺ - 7 - AL - M M ₉₀ ⁺	70 à 90	Maïs paille enlevées	110 à 150	90 à 125
		Céréale pailles enlevées	95 à 135	75 à 110
Sols sableux (sur alluvions) Sv - 7 - SL - D S ₅₀	75 à 90	Maïs paille enlevées	130 à 150	110 à 125
		Céréale pailles enlevées	115 à 135	95 à 110
Sols sableux (sur grès) G - 6 - SL - S S ₅₀	70 à 80	Maïs paille enlevées	115 à 135	95 à 115
		Céréale pailles enlevées	100 à 120	80 à 100

(1) "Système céréalier" : sans apports réguliers de fumier

(2) "Système élevage" : avec apport régulier de fumier tous les 3 ans, ou après retournement de prairie. Si apport sur la culture, diminuer la dose de 15 unités.

Si la **paille de céréales est enfouie**, il faut augmenter la dose de **10 à 15 unités**

CONSEILS DE FERTILISATION

- Préférer l'apport en post-levée (à partir de 4-5 feuilles).
- Si vous fractionnez la dose, apportez au maximum 50 unités d'azote au semis ; le reste à 4-5 feuilles.
- Eviter l'azote apporté trop tôt par les binaires (exemple : 18-46) ou les ternaires (exemple : 17-17-17).
- Attention aux conditions d'épandage de la solution azotée en sols calcaires (Températures et humidité du sol) pour limiter les pertes par volatilisation. Préférer des temps couverts et sur sols humides.

METHODE DE CALCUL de la dose totale d'azote Maïs Grain

Exemple de calcul	
Par îlot parcellaire	Principe de calcul
Je choisis un objectif de rendement selon le type de sols et le potentiel de la culture	Sols argileux (profonds) 80 qx/ha
Je multiplie ce rendement par les besoins unitaires de l'espèce 2,4 kg/ql	192 unités
Je consulte la grille ci-dessous pour estimer les fournitures en azote du sol selon le passé cultural	Précédent blé (système céréalier) 120 unités
Je déduis les fournitures des besoins totaux	192 - 120 = 72 unités
Pour tenir compte de l'azote non utilisé par la culture, je multiplie par 1,42	72 * 1,42 = 105 unités
Je module si nécessaire en fonction de l'apport de matière organique (*)	

(*) Si apport sur la culture, diminuer la dose de 15 unités

GRILLE DES FOURNITURES EN AZOTE DU SOL

Types de sol	Culture précédente et devenir des pailles	Fournitures d'azote par le sol (N kg/ha)	
		Sans MO (1)	Avec MO (2)
Sols à cailloux (très superficiels) C - IV - A ⁺ - S à C - II - A ⁺ - S	Maïs paille enlevées	50 à 60	60 à 70
	Céréale pailles enlevées	55 à 65	65 à 75
Sols argilo-calcaires (40 à 80 cm de profondeur) C - 3 - AL ⁺ - S à C - 4 - AL ⁺ - S	Maïs paille enlevées	70 à 85	85 à 100
	Céréale pailles enlevées	80 à 95	95 à 110
Sols argilo-limoneux, limoneux (profonds et sains) C - 5 - AL ⁺ - S à L - 7 - L - S	Maïs paille enlevées	115 à 130	130 à 145
	Céréale pailles enlevées	125 à 140	140 à 155
Sols argileux (profonds, plus ou moins hydromorphes) A - 7 - <u>AL</u> - M ₅₀ A ₅₀	Maïs paille enlevées	105 à 120	120 à 135
	Céréale pailles enlevées	115 à 130	130 à 145
Sols sur marne (< 60 cm de profondeur) M ⁺ - 4 - <u>AL</u> - M M ₃₀ ⁺	Maïs paille enlevées	70 à 85	80 à 95
	Céréale pailles enlevées	80 à 95	90 à 105
Sols sur marne (> 60 cm de profondeur) M ⁺ - 7 - <u>AL</u> - M M ₉₀ ⁺	Maïs paille enlevées	90 à 105	105 à 120
	Céréale pailles enlevées	100 à 115	115 à 130
Sols sableux (sur alluvions) Sv - 7 - <u>SL</u> - D S ₅₀	Maïs paille enlevées	90 à 105	105 à 120
	Céréale pailles enlevées	100 à 115	115 à 130
Sols sableux (sur grès) G - 6 - <u>SL</u> - S S ₅₀	Maïs paille enlevées	85 à 100	100 à 115
	Céréale pailles enlevées	95 à 110	110 à 125

Si les précipitations hivernales sont supérieures aux normales, il faut diminuer les fournitures en azote du sol de 5 à 15 kg/ha.

(Références CRA Lorraine)