

Annexe 2 - grille de calcul de la dose prévisionnelle pour les cultures relevant du bilan de masse

dose d'azote s'écrit de la manière suivante :

selon les spécifications apportées ci-dessous et précisées dans les tableaux des annexes 2, 5 et 6.

Parcelle
Référence(s) parcellaire(s)
Culture prévue
Variété (pour le blé, pomme de terre et orge)
Précédent : nature de la culture précédente
Si prairie retournée depuis moins de 10 ans : date de retournement

A – Besoins de la culture (kg N /ha)		
	Pf Quantité d'azote absorbée par la plante à la fermeture du bilan	
Tab 1	b1 Rendement objectif (q/ha ou t MS/ha) - valeurs par défaut	
Tab 2 à 3 ter	b2 Besoin de la culture	
Pf = b1 * b2 besoin par unité de production ou Pf = b2 besoin forfaitaire par ha		
Tab 4	Rf Azote restant dans le sol (non capté par la culture)	
Besoins de la culture		
A = Pf + Rf		

B - Fournitures du sol (kg N /ha)		
	Ri Reliquat d'azote minéral dans le sol sortie hiver	
Tab 5		
Tab 6	L Perte par lessivage sur la valeur du poste Ri (le cas échéant et sur justification)	
Ri-L		
Tab 7 à 10	Mh Azote issu de la minéralisation des matières organiques stables du sol	
Tab 11 et 11 bis	Mr Azote issu de la minéralisation des résidus de culture du précédent	
Tab 12	MrCi Azote issu de la minéralisation des résidus de culture intermédiaire	
Tab 13 à 13 bis	Mhp Azote issu de la minéralisation des résidus provenant d'un retournement de prairie	
Tab 14 et 14 bis	Mha Arrière-effet effluents = Teneur en azote total de l'effluent (analyses ou valeurs de référence) x Quantité épandue x Coefficient d'équivalence engrais pour arrière effet x Coefficient temps de présence de la culture	
Tab 15	Pi Azote déjà absorbé par la culture sortie hiver	
Tab 16	Nirr Azote apporté par l'eau d'irrigation (le cas échéant)	
Fournitures totales du sol		
B = (Ri-L)+Mh+Mha+Mr+MrCi+Mhp+Pi+Nirr		

Xa - Effet direct des produits organiques en cas d'apport avant ouverture du bilan			
		1er apport	2ème apport
	Q Quantité épandue (t/ha ou m³/ha)		
Annexe 5 : Tab 1 et 2	%Npro Valeur fertilisante en azote (kg/t ou kg/m³)		
	Keq Coefficient d'équivalence engrais		
Effet direct produits organiques épandus avant l'ouverture du bilan			
Xa = %Npro*Q*Keq			

Azote complémentaire à apporter (kg d'N/ha)	
X = A - B - Xa	

La dose d'azote complémentaire peut être apportée sous forme d'engrais minéraux et/ou, de nouveau, sous forme de produits organiques (Xa' après ouverture du bilan).

Xa' - Effet direct des produits organiques en cas d'apport après ouverture du bilan			
		1er apport	2ème apport
	Q Quantité épandue (t/ha ou m³/ha)		
Annexe 5 : Tab 1 et 2	%Npro Valeur fertilisante en azote (kg/t ou kg/m³)		
	Keq Coefficient d'équivalence engrais		
Effet direct produits organiques épandus après l'ouverture du bilan			
Xa' = %Npro*Q*Keq			

Azote minéral à apporter (kg d'N/ha)	
N minéral = X - Xa'	

Annexe 7 : Tab 1 et 2

Gx Prise en compte à postériori de la volatilisation d'ammoniac en fonction de la forme d'engrais minéral

Annexe 2 - méthode de calcul de la dose prévisionnelle pour les cultures relevant du bilan de masse

s'écrit de la manière suivante :

selon les spécifications apportées ci-dessous et précisées dans les tableaux des annexes 2, 5 et 6.

A – Besoins de la culture (kg N /ha)

		Pf = b1 * b2 besoin par unité de production ou Pf = b2 besoin forfaitaire par ha
Pf	Quantité d'azote absorbée par la plante à la fermeture du bilan	
b1	Rendement objectif (q/ha ou t MS/ha) - valeurs par défaut	Tableau 1
b2	Besoin de la culture	Tableaux 2, 2bis, 3, 3bis et 3ter
Rf	Azote restant dans le sol (non capté par la culture)	Tableau 4
A	Besoins de la culture	A = Pf + Rf

B - Fournitures du sol (kg N /ha)

Ri - L	Reliquat d'azote minéral dans le sol sortie hiver, corrigé le cas échéant par L	Tableaux 5 et 6
Mh	Azote issu de la minéralisation des matières organiques stables du sol	Tableaux 7, 8, 9 et 10
Mr	Azote issu de la minéralisation des résidus de culture du précédent	Tableaux 11 et 11bis
MrCi	Azote issu de la minéralisation des résidus de culture intermédiaire	Tableau 12
Mhp	Azote issu de la minéralisation des résidus provenant d'un retournement de prairie	Tableaux 13 et 13bis
Mha	Arrière-effet effluents	Tab 14 et 14 bis
Pi	Azote déjà absorbé par la culture sortie hiver	Tableau 15
Nirr	Azote apporté par l'eau d'irrigation (le cas échéant)	Tableau 16

Fournitures totales du sol

$$B = (Ri-L) + Mh + Mr + MrCi + Mhp + Mha + Pi + Nirr$$

Xa - Effet direct des produits organiques en cas d'apport - avant ouverture du bilan

%Npro	Valeur fertilisante en azote (kg/t ou kg/m ³)	
Q	Quantité épandue (t/ha ou m ³ /ha)	Tableaux 1 et 2 de l'annexe 5
Keq	Coefficient d'équivalence engrais	
Xa	Effet direct produits organiques épandus	Xa = %Npro*Q*Keq

Azote complémentaire à apporter (kg d'N/ha)

X	<p>La dose d'azote complémentaire est égale aux besoins de la culture (A) desquels sont déduits la fourniture du sol (B) et les apports organiques déjà effectués (Xa avant ouverture du bilan).</p> <p>Elle peut être apportée sous forme d'engrais minéraux et/ou, de nouveau, sous forme de produits organiques (Xa' après ouverture du bilan).</p>	X = A – B – Xa
----------	--	-----------------------

Dans le cas d'un bilan négatif, aucun engrais ne doit être apporté. Il est important d'identifier les conditions de constitution de ce bilan et d'envisager de gérer autrement la fertilisation azotée (notamment par un ajustement de l'apport de PRO)

La prise en compte des pertes par volatilisation aux dépens des engrais minéraux n'intervient pas **à priori** dans le calcul de la dose d'azote prévisionnelle. A condition d'avoir cherché à les réduire en mettant en oeuvre les pratiques culturales qui tendent à maximiser l'efficacité de l'azote apporté, elles peuvent être prises en compte par un outil de pilotage ou de raisonnement (cf arrêté du 19/11/2011). Tout agriculteur souhaitant prendre ces pertes en compte doit alors **avant chaque apport** évaluer le risque de pertes et calculer la volatilisation admise selon les dispositions formulées à l'Annexe 7, tableaux 1 et 2.

La quantité d'azote issue des apports atmosphériques est négligée compte-tenu de leur faiblesse dans la région.

Tableau 1 : Objectifs de rendement (quintaux ou tonnes de MS / ha)

Lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes pour les dissocier par type de sol (moins de cinq valeurs pour une condition de sol et de culture), le rendement moyen sur l'exploitation au cours des cinq dernières années (en enlevant les valeurs minimales et maximales) est utilisé en lieu et place de ces références. Il s'agit bien de référence de l'exploitation et non obligatoirement de référence de l'exploitant. Ainsi, en cas d'intégration de nouvelles parcelles à l'exploitation ou en cas d'installation d'un nouvel agriculteur, l'exploitant peut prendre les références de son prédécesseur. Dans tous les cas, l'exploitant devra être à même de justifier la pertinence des valeurs de rendement qu'il aura utilisées et être en possession des documents correspondants, S'il manque une de ces cinq valeurs, il est possible de remonter à la sixième année et procéder à la moyenne selon la même règle (exclusion des valeurs extrêmes).

Valeurs ci-après par défaut, en cas d'absence d'historique de rendements disponibles sur l'exploitation

Culture	Rendement moyen Eure	Rendement moyen Seine-Maritime
Avoine d'hiver	64	62
Avoine de printemps	64	62
Blé dur d'hiver	62	65
Blé dur de printemps	62	65
Blé tendre d'hiver	87 (1)	92
Blé tendre de printemps	87 (1)	92
Colza d'hiver (et navette)	41	41
Colza de printemps (et navette)	40	41
Lin oléagineux	30	30
Maïs ensilage (plante entière)*	170	170
Maïs grain	90	87
Orge et escourgeon d'hiver	82	81
Orge et escourgeon de printemps	71	66
Seigle*	70	70
Sorgho grain	60	60
Sorgho fourrager*	170	170
Tournesol	30	30
Triticale	67	69

Source : Agreste, Statistique Agricole Annuelle (moyenne sur la période 2008-2012, avec exclusion des valeurs extrêmes)

* valeur proposée par le GREN

(1) Pour les îlots cultureux situés dans les ZAR du département de l'Eure, le rendement à prendre en compte dans le calcul de la dose prévisionnelle est limité à 80 qx/ha

Possibilité de modulation de la référence en fonction de la qualité des sols

Si l'agriculteur peut identifier sur son exploitation différents types de situations culturelles (sol, précédent..) et qu'il peut justifier de cette diversité en définissant la place occupée par chacune des situations culturelles sur son exploitation, il peut moduler le rendement de référence (rendement constaté sur cinq ans ou, en l'absence de données, rendement départemental de la SAA) en fonction des situations culturelles ainsi définies.

Le rendement moyen sur son exploitation (rendement de chaque sous-ensemble de son exploitation pondéré par les surfaces) devra être égal au rendement de référence

Pf - Calcul du besoin d'azote (kg N/ha)

Selon sa nature, la culture a besoin
 - soit d'une quantité d'azote forfaitaire indépendante du rendement escompté (Tableau 2)
 - soit d'une quantité d'azote augmentant avec le rendement (Tableau 3).

Tableau 2 : Besoins indépendants du niveau de production (unité de surface) (kg N/ha)	
Pour ces cultures, le besoin en azote est une valeur forfaitaire par ha.	
Culture	Besoin en azote
Betteraves fourragères	260
Betteraves sucrières	220
Pommes de terre consommation courante et chair ferme *	220
Pommes de terre fécule *	250
Pommes de terre Plant *	170
Pommes de terre transformation *	280
Pommes de terre Supplément contrat gros calibre	40

Tableau 3 : Besoins par unité de production (kg N/unité de rendement)	
Pour ces cultures, le besoin de la culture est obtenu en multipliant l'objectif de rendement (dans l'unité indiquée) par le besoin en azote.	
Culture	Besoin en azote
Avoine de printemps ou d'hiver (par quintal)	2,2
Blé dur (par quintal)	3,8
Blé tendre (par quintal) *	3
Colza hiver et navette hiver (par quintal)	6,5
Colza de printemps et navette de printemps (par quintal)	5,2
Escourgeon, orge d'hiver ou de printemps (par quintal) *	2,5
Lin oléagineux (par quintal)	4,5
Maïs ensilage (par tonne) (rendement <14 tMS/ha)	14
Maïs ensilage (par tonne) (rendement entre 14 et 18 tMS/ha)	13
Maïs ensilage (par tonne) (rendement >=18 tMS/ha)	12
Maïs grain (par quintal) (rendement <100q/ha)	2,3
Maïs grain (par quintal) (rendement entre 100 et 120 q/ha)	2,2
Maïs grain (par quintal) (rendement >=120 q/ha)	2,1
Seigle (par quintal)	2,3
Sorgho grain (par quintal)	2,4
Sorgho fourrager (par tonne de MS)	13
Tournesol (par quintal)	4,5
Triticale (par quintal)	2,6

* pour ces cultures, une approche variétale pourra être appliquée, la dose sera alors adaptée chaque année au vu des références diffusées par Arvalis pour les céréales et la chambre régionale d'agriculture du Nord Pas-de-Calais pour les pommes de terre.

Voir ci-dessous pour l'orge et la pomme de terre.

Tableau 2 bis : Ajustement des besoins selon les variétés de pomme de terre (kgN/ha)	
Variétés	Ecart aux besoins moyens
Amandine, Arrow, El Paso, Europa, Everest, Novita, Operle, Riviera	-20
Franceline, Friande, Gourmandine, Léontine, Mozart, Rodéo	-10
Adora, Aminca, Arnova, Artémis, Trésor	-5
Agata, Anabelle, Comtesse, Ditta, Impala	0
Lanorma, Sirco	+10
Marilyn, Melba, Nicola	+15
Almera, Babel, Canelle, Casteline, Charlotte, Chopin, Fridor, Krone, Lady Christl, Lady Felicia, Opaline, Samba, Solen, Spirit, Vitesse, Voyager	+20
Carlita, Florice, Laura, Melody, Ramos, Remarka, Shannon, Véronie, Victoria, Vivaldi	+30
Adelina, Astérix, Caesar, Cicero, Cyrano, Dali, Marabel, Monalisa, Platina, Saline, Shakira	+40
Liseta, Mondial, Vivi	+50
Binje, Challenger, Désirée, Jaqueline, Jelly, Milva, Nectar, Red Fantasy, Savana	+60
Saphire	+75
Aladin, Maranca	+80

Tableau 3 bis : Ajustement pour l'orge de printemps brassicole			
Type de sol	Potentiel (Objectif de rendement)	Variétés à plus faible teneur en protéines (type NFC tiple et Shandy)	Autres variétés
Craie ou argilo-calcaire irrigués		0	0
Autres cas	>= 70 q/ha	0 à -10 kg N/ha	-10 à -20 kg N/ha
	< 70	-20 kg N/ha	-30 kg N/ha

Tableau 3 ter : Ajustement pour l'orge d'hiver et l'escourgeon brassicole	
Variétés	Ecart aux besoins moyens
Variété à faible teneur en protéines (Estérel)	0
Autres variétés	-20 à -30 kg N/ha

La borne inférieure des ajustements correspond à des apports précoces (totalité de la dose apportée à 3 feuilles).
 La borne supérieure correspond à des apports fractionnés avec au moins 50 % de la dose totale courant tallage.

Rf - Tableau 4 - Azote restant dans le sol (en kg N/ha)

Ce terme est lié à l'incapacité des plantes à capter l'intégralité de l'azote présent dans le sol. La valeur d'azote dépend de la profondeur d'enracinement (valeur recommandée dans le tableau 5 - mesure du reliquat sortie d'hiver) et du type de sol).

Profondeur d'enracinement*	Texture dominante		
	Sol sableux (S)	Sols limoneux (L)	Sols argileux (A) et crayeux
30 cm	5 kg N/ha	10	15
45 cm	8	13	18
60 cm	10	15	20
90 cm	15	20	30

* valeur recommandée pour la mesure du reliquat sortie hiver si la profondeur du sol n'est pas limitante.

La classe de profondeur d'enracinement à 45 cm est prévue pour le lin oléagineux et les pommes de terre

Ri - Reliquat azote sortie d'hiver

La fourniture d'azote par le sol est déterminée sur la base d'une mesure du reliquat azoté en sortie d'hiver. Elle est calculée comme suivant :

1° L'agriculteur doit utiliser dans toute la mesure du possible, les reliquats mesurés sur sa parcelle ou, à défaut, sur une autre parcelle de l'exploitation présentant des caractéristiques comparables de sol et d'histoire culturale. Cette mesure s'effectue sur la profondeur recommandée ci-dessous (Tableau 5) en fonction de la culture implantée ou à planter. La totalité des nitrates mesurés ainsi que l'ammonium mesuré dans le premier horizon (0 à 30 cm) sont intégrés à la valeur du reliquat. Dans le cas d'une valeur très élevée de ce dernier (supérieure à 20 kg/ha d'ammonium) un diagnostic agronomique devra être établi pour vérifier la pertinence de la mesure. Si la profondeur recommandée est supérieure à la profondeur du sol dans la parcelle, on retiendra cette dernière. En l'absence d'analyse sur sa parcelle, l'exploitant se réfère au résultat de la situation la plus proche dans la publication de reliquats d'azote diffusée chaque année.

Tableau 5 : Profondeur de mesure conseillée	
Culture	Profondeur
Betteraves	90 cm
Blé	90 cm
Colza Hiver et Navette Hiver	90 cm
Colza Printemps et Navette Printemps	60 cm
Lin oléagineux	45 cm
Maïs	60 cm
Orge de printemps	60 cm
Orge d'hiver	90 cm
Pomme de terre	45 cm
Sorgho	60 cm
Tournesol	60 cm
Céréales secondaires	90 cm

2° Le cas échéant (lorsque l'information aura fait l'objet d'une information collective), une perte par drainage pourra être prise en compte et calculée en multipliant la valeur du reliquat en sortie d'hiver par le coefficient ci-dessous (Tableau 6) - Choisir dans le tableau la profondeur qui a été effectivement retenue pour la mesure du reliquat. Si l'agriculteur souhaite une estimation plus fine, il peut utiliser en lieu et place du Tableau 6, les abaques et tables d'ajustement du terme L en fonction de la lame drainante publiés par le Comifer (Annexe 2 de la brochure 2013 du Comifer, accessible sur le site www.comifer.asso.fr). Dans ce cas, il devra préalablement connaître le reliquat d'azote aux différentes profondeurs requises par la méthode Comifer. Il revient alors à l'agriculteur d'être en mesure de produire tout justificatif à la fois d'une mesure précoce du Ri par rapport à la date de reprise active d'absorption d'azote par la culture mais également de l'occurrence d'un fort épisode pluvieux pendant cette période.

Tableau 6 : Perte par lessivage (L) sur la valeur du reliquat engendrée par une pluie importante entre la mesure du reliquat et le semis ou le stade de la culture				
Profondeur de prélèvement	Céréale hiver (stade épi 1cm), colza (stade D1), lin, betteraves, céréale de printemps		Maïs, pomme de terre, sorgho, tournesol	
	pluviométrie mesurée			
	150 mm	250 mm	200 mm	300 mm
30 cm	30%	55%	45%	70%
45 à 60 cm	25%	45%	35%	60%
90 cm	20%	40%	30%	55%

Pour les sols de texture argileuse (A), soustraire 15 points au coefficient ci-dessus. Ajouter 20 points pour les sols de texture sableuse (S).

Exemple :

Si le dispositif est mis en œuvre en raison d'une pluviométrie de 150 mm après la mesure du reliquat, des pertes par lessivage pourront être déduites de la valeur du reliquat à hauteur de 20 % pour une parcelle en orge d'hiver (profondeur de prélèvement de 90 cm). Sur sol argileux, dans les mêmes conditions, la perte par lessivage pourra représenter : $20\% - 15\% = 5\%$ de la valeur du reliquat. Elle s'élèvera à : $20\% + 20\% = 40\%$ sur un sol sableux.

Mh - Minéralisation annuelle (en kg N/ha)

La prise en compte de la minéralisation de l'humus est déterminée grâce à quatre tables selon la logique suivante :

- 1° Choisir la valeur de la minéralisation annuelle en fonction du type de sol et de la profondeur du sol dans la parcelle (Tableau 7).
- 2° Ajuster en fonction de conditions particulières (pluviométrie, historique, type de sol, hydromorphie) du Tableau 8. L'agriculteur devra alors fournir les éléments permettant de justifier d'une situation particulière.
- 3° Multiplier le résultat ainsi obtenu par le coefficient de temps de présence (Tableau 9) choisi selon la culture, pour obtenir la valeur Mh correspondant à la minéralisation de l'humus.
- 4° Si une prairie a été retournée sur cette parcelle dans les 10 années précédentes, multiplier le résultat précédent (Tableaux 7, 8 et 9) par le coefficient lié à l'enrichissement en matière organique résultant de la présence historique d'une prairie (Tableau 10).

Tableau 7 : Minéralisation dépendant de la texture dominante du sol (en kg N/ha)

Texture de sol dominante	Minéralisation
Limon sableux (L) ou argile sableuse (> 22%, A)	90
Limon moyen à profond (L), marais (drainé, L), alluvions fines de fond de vallée (L) ou sol sablo-caillouteux calcaire (S)	80
Limon peu épais (pierreosité <15%, L), argilo-calcaire (A) ou argile limoneuse (A)	70
Craie (argile <20% présence de cailloux calcaire, A), argile forte (>45%, A), sols sableux (S) ou sablo-caillouteux (S)	60

La lettre entre parenthèse correspond à la texture du sol.

L : Dominante limoneuse ; A : Dominante argileuse ; S : Dominante sableuse

Tableau 8 : Facteurs de pondération de la minéralisation (en kg N/ha)

Apports de fumier (supérieur ou égal à 40 t) tous les 4-5 ans (cas où il n'y a pas de produits organiques avec fréquence d'épandage inférieure ou égale à 3 ans sinon voir tableau 14 et 14bis. Les apports d'un fumier épandu selon une fréquence de 6 ans et plus sont négligés).	+20
Zone à pluviométrie faible (Pays d'Ouche, plateau de Madrie et de Saint André) *	-10
Sol superficiel et/ou très caillouteux (pierreosité >15 %)	-10
Parcelle présente au sein d'une zone hydromorphe (voir annexe 6) et gorgée d'eau jusque début mars	-20
Parcelle de limon très pauvre en matière organique (MO < 1,5) **	-20

* La liste des communes de ces régions agricoles figure en annexe 6.

** Cette faible teneur en matière organique sera justifiée par une analyse de sol.

Tableau 9 : Minéralisation avec prise en compte du temps de présence de la culture

Culture	Coefficient
Colza, Navette, escourgeon et orge d'hiver	0,4
Blé d'hiver, lin oléagineux, orge de printemps, pomme de terre (défanage avant le 20 juillet), seigle, triticale	0,5
Avoine, pomme de terre, (défanage 20 juillet au 30 août), Blé dur, Blé de printemps	0,6
Maïs grain ou ensilage, pomme de terre (défanage après le 31 août), sorgho, tournesol	0,7
Betteraves fourragères et sucrières	1

Tableau 10 : Coefficient appliqué sur la minéralisation de base lié à l'effet d'un retournement de prairie

Age de la prairie	Type de sol	Rang de la culture *		
		1 à 3	4 à 6	7 à 10
Moins de 5 ans	Sol sablo-caillouteux et sableux	1,7	1,3	1,1
	Sol de limon (peu épais à profond), limon sableux et craie	1,3	1,2	
	Autre type de sol	1,2	1,1	
Plus de 5 ans	Sol sablo-caillouteux et sableux	2,5	1,6	
	Sol de limon (peu épais à profond), limon sableux et craie	1,6	1,3	
	Autre type de sol	1,4	1,2	

* Le rang de la culture correspond au nombre de cultures implantées suite à la destruction de la prairie. Le coefficient est égal à 1 pour 11 ans et plus

Mr - Minéralisation des résidus de culture du précédent (en kg N/ha)

Les résidus de culture ou des couverts précédents peuvent consommer ou libérer de l'azote :

Tableau 11 : Effet précédent (kg N/ha)	
Luzerne (retournement fin d'été / début d'automne)	40
Féverole, trèfle	30
Betteraves, colza, navette, pois, pomme de terre, antéprécédent luzerne *	20
Légume (carotte, endive)	10
Céréales pailles exportées, lin fibre, lin oléagineux, maïs ensilage, autre précédent	0
Graminée en dérobée, maïs grain, tournesol	-10
Céréales à paille enfouies	-20

* Lors de la destruction d'une parcelle en luzerne, un effet pour la culture suivante est observé encore deux ans après la destruction. Il existe donc un effet antéprécédent (+ 20 kg N/ha) à ajouter à l'effet du précédent.

Tableau 11 bis : Effet jachère (kg N/ha)				
Type de jachère * (espèce dominante)	Âge	Période de destruction de la jachère / Période d'implantation de la culture suivante		
		Fin été / hiver	Fin été / printemps	Fin hiver / printemps
Graminée	Moins de 1 an	10	5	10
	Plus de 1 an	20	15	20
Légumineuse	Moins de 1 an	20	15	20
	Plus de 1 an	40	30	40
Graminée + légumineuse	Moins de 1 an	15	10	15
	Plus de 1 an	30	25	30

* l'apport d'azote consécutif au retournement de prairies ne relève pas de ce tableau mais de l'effet retournement de prairie Mhp (tableaux 13 et 13bis).

MrCi - Tableau 12 : Effet interculture (kg N/ha)

L'effet de l'interculture est déterminé en fonction de l'espèce et du développement de la culture intermédiaire

Espèce	Développement (tonnes de matière sèche)	Destruction avant le 1er janvier	Destruction après le 1er janvier
Avoine, seigle, phacélie	faible à moyen (moins de 1,5 t)	0	5
	fort (entre 1,5 et 3 t)	5	10
	très fort (3 t et plus)	10	15
Ray grass	faible à moyen (moins de 1,5 t)	5	10
	fort (entre 1,5 et 3 t)	10	15
	très fort (3 t et plus)	15	20
Crucifères	faible à moyen (moins de 1,5 t)	5	10
	fort (entre 1,5 et 3 t)	10	15
	très fort (3 t et plus)	15	20
Mélange avec légumineuse	faible à moyen (moins de 1,5 t)	5	15
	fort (entre 1,5 et 3 t)	15	20
	très fort (3 t et plus)	20	30
Légumineuse	faible à moyen (moins de 1,5 t)	10	20
	fort (entre 1,5 et 3 t)	20	30
	très fort (3 t et plus)	30	40

Mhp - Minéralisation d'un retournement de prairie

Ces tableaux présentent la valeur d'azote **directement liée à l'effet retournement de prairie**.

La quantité d'azote annuelle dans le sol est déterminée en fonction de l'âge de la prairie et du délai écoulé depuis son retournement (Tableau 13) et est multipliée par un coefficient dépendant du mode d'exploitation de la prairie (Tableau 13bis). La valeur ainsi calculée est ensuite multipliée par le coefficient de temps de présence de la culture implantée (Tableau 9).

Tableau 13 : Minéralisation liée à la prairie (kg N / ha)

Rang culture*	Ancienneté de la prairie				
	< 18 mois	2 à 3 ans	4 à 6 ans	7 à 9 ans	10 ans et +
1	20	60	100	120	140
2	0	0	25	35	40
3 et plus	0	0	0	0	0

* Le rang de la culture correspond au nombre de cultures implantées suite à la destruction de la prairie.

Tableau 13 bis : Mode d'exploitation

Culture	Graminée pure	Mélange graminée + légumineuse
Pâturage exclusif	1	1
fauche + pâturage	0,7	1
fauche intégrale	0,4	1

Remarque : l'augmentation du taux de matière organique s'accompagne, suite à un retournement de prairie, d'un effet à plus long terme sur le niveau de minéralisation de l'humus.

Cet effet est comptabilisé dans la minéralisation annuelle du sol (Mh - Tableau 10).

Mha - Arrière effet des effluents

L'apport régulier d'amendements organiques, depuis au moins 15-20 ans sur la parcelle, induit une minéralisation supplémentaire par arrière-effet. Elle est d'autant plus importante que la fréquence des apports est élevée.

1° Pour définir l'apport des effluents organiques Mha, la **dose épandue** (en kg N/ha) est multipliée par la **teneur en azote de l'effluent** (en kg N/tonne pour les fumiers ou en kg N/m³ pour les lisiers). L'effet des apports pratiqués les années précédentes (apports habituels sur la parcelle) est déterminé en multipliant cette valeur par le coefficient d'équivalence-engrais du Tableau 14, ci-dessous.

2° La valeur obtenue doit ensuite être multipliée par le **coefficient de temps de présence** (Tableau 9).

Les exploitants ne disposant pas d'analyse de leurs effluents épanchés se référeront aux exemples du Tableau 14 bis.

Tableau 14 : Coefficient d'équivalence engrais			
Effluent	Fréquence d'épandage		
	tous les ans	Tous les 2 ans	Tous les 3 ans
Type A	0,60	0,30	0,20
Type B	0,40	0,20	0,15
Type C	0,25	0,15	0,08

A : Fumier de bovins, lapins, ovins, caprins, chevaux, composts (en général)

B : Lisier bovin, lisier de veau, fumier porcin, boues station, fumier de volaille riche en litière

C : Lisier porcin, lisier lapins, fumier de volaille pauvre en litière, fientes de volailles, purin

Rappel : L'apport de fumier tous les 4 ou 5 ans induit également un arrière-effet, comptabilisé dans la minéralisation annuelle Mh (Tableau 8).

Tableau 14 bis : Exemples d'arrière effet annuel d'effluent calculé avec des teneurs par défaut (kg/ha)					
Effluent	Dose (t ou m ³)	Teneur en azote (kg N par t ou m ³)	Valeurs arrière-effet (en kg N/ha)		
			Fréquence d'épandage		
			Tous les ans	Tous les 2 ans	Tous les 3 ans
Fumier mixte de bovins (Norme CORPEN)	40	5,5	130	65	45
Lisier bovin très dilué	30	1,6	20	10	5
Lisier mixte de porcs en fosse extérieure	30	4,3	35	20	10
Fientes humides de poules pondeuses	5	15	20	10	5
Fumier volailles riche en litière	5	25	50	25	20

Pi - Tableau 15 : Effet du développement de la végétation

Pour les cultures d'hiver (blé et colza), il convient de tenir compte de l'azote déjà absorbé par la plante au moment où le reliquat sortie d'hiver est mesuré (avant reprise en végétation). Selon le degré de développement de la culture à la date d'ouverture du bilan (soit la date de mesure du reliquat), il faut déterminer la quantité d'azote déjà consommée de façon à la déduire des besoins.

Les valeurs suivantes seront retenues :

Céréales	
degré de développement	kg N/ha
levée à 2 feuilles	0
3 feuilles	5
1 talle (+ MB)	10
2-3 talles (+ MB)	20
4-5 talles (+ MB)	30
6-7 talles (+ MB)	40
8 talles et plus (+ MB)	50

Colza	
degré de développement	kg N/ha
Très faible (0,2 kg/m ²)	15
faible (0,5 kg/m ²)	30
moyen (1 kg/m ²)	65
fort (1,5 kg/m ²)	100
très fort (2 kg/m ²)	130

Si pesée, multiplier la pesée en kg/m²
par 65

La procédure à suivre pour réaliser un bon prélèvement et une bonne mesure des plants de colza est la suivante :

- délimiter 2 à 4 placettes de 1 m² chacune, représentatives de la parcelle (attention, bien prendre en compte la largeur de l'entre-rang)
- couper les plantes au niveau du collet, au ras du sol
- peser les plantes fraîchement coupées sur chaque placette sans séchage

La valeur de poids frais de référence est calculée de la façon suivante :

- une première pesée des parties aériennes est réalisée en entrée d'hiver (avant la destruction des feuilles par le gel) et une seconde en sortie d'hiver.
- en absence de pertes, c'est le poids sortie hiver qui sera retenu, sinon on retiendra pour poids de référence, la moyenne des pesées entrée et sortie hiver.

Ce poids de référence ainsi mesuré (en kg/m²) est ensuite multiplié par 65 pour déterminer l'effet développement de la végétation (en kg N/ha).

S'agissant de parcelles hétérogènes, des outils d'imagerie satellitaire peuvent faciliter la mesure de la biomasse colza (à l'entrée et à la sortie de l'hiver) et permettent de prendre en compte la variabilité intra-parcellaire.

Nirr - Tableau 16 - Azote apporté par irrigation

Pour déterminer la valeur d'azote apporté lors de l'irrigation, l'exploitant pourra s'appuyer sur les valeurs par défaut figurant ci-dessous ou recourir à une analyse de son eau et calculer alors la dose d'azote apportée par irrigation en application de la formule suivante permettant de déterminer la dose d'azote apportée à partir de la teneur en nitrates et de la hauteur d'eau :

$$\text{Nirr} = (\text{quantité d'eau apportée en mm} / 100) * \text{concentration de l'eau en nitrate} / 4,43.$$

la concentration de l'eau en nitrates étant exprimée en mg/L.

Valeurs par défaut en fonction de la hauteur d'eau apportée :

hauteur d'eau inférieure à 50 mm: apport d'azote négligeable

hauteur d'eau entre 50 et 150 mm : apport d'azote équivalent à 10 unités par hectare

irrigation supérieure ou égale à 150 mm : apport d'azote équivalent à 20 unités par hectare.