

INDEX DES ANNEXES

- ANNEXE 1** : Méthode de la dose prévisionnelle d'azote à apporter aux cultures
ANNEXE 2 : Examen des différents postes de l'équation
ANNEXE 3 : Cultures pour lesquelles s'applique une dose totale d'azote prévisionnelle plafonnée par hectare
ANNEXE 4 : Valeurs de rendements prévisionnels à ne pas dépasser en l'absence de référence sur l'exploitation
ANNEXE 5 : Grille de conseil pour les prairies

Index des tableaux de référence de l'annexe 2

- Tableau 1 Besoin en azote par unité de production pour les différentes cultures (kgN/tMS)
Tableau 2 Besoin en azote par unité de production pour la culture du blé (kgN/q) – source ARVALIS Institut du végétal, 2012
Tableau 3 Valeurs retenues pour estimer le terme Rf
Tableau 4 Quantité d'azote absorbée par la culture à l'ouverture du bilan pour les céréales à paille
Tableau 5 Classification des différents types de sols de la région Auvergne
Tableau 6 Valeurs de minéralisation de la matière organique du sol pour système avec résidus enfouis une fois sur deux sans matière organique
Tableau 7 Valeurs de minéralisation de la matière organique du sol pour des systèmes avec résidus régulièrement enlevés avec apport de matière organique tous les 2 à 3 ans ou prairie dans la rotation
Tableau 8 Valeurs retenues pour estimer le terme Mhp (Kg N/ha)
Tableau 9 Prise en compte du mode d'exploitation dans le calcul de Mhp
Tableau 10 Valeurs retenues pour estimer le terme Mr – source COMIFER 2012
Tableau 11 Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaires (kgN/ha) – Source : brochure « cultures intermédiaires – Impacts et conduite », ARVALIS/CETIOM/ITB/ITL, août 2011
Tableau 12 Quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation en kg d'N par ha
Tableau 13 Teneurs en N total des produits résiduaux organiques – effluents d'élevage et Coefficient d'équivalence engrais minéral (Keq)

Index des tableaux de référence de l'annexe 3

- Tableau 14 Valeurs de dose totale d'azote plafonnée pour les cultures maraîchères
Tableau 15 Valeur de dose totale d'azote plafonnée pour les cultures maraîchères multi-espèces et petits fruits
Tableau 16 Valeur de dose totale d'azote plafonnée pour les arbres fruitiers

Index des tableaux de référence de l'annexe 5

- Tableau 17 Valeurs de rendements prévisionnels à ne pas dépasser en l'absence de référence sur l'exploitation

Index des tableaux de référence de l'annexe 5

- Tableau 18 Grille de conseil pour les surfaces en herbe

Annexe 1

1 – Méthode de calcul de la dose prévisionnelle d'azote à apporter aux cultures (du tableau 1 de l'annexe 2)

L'écriture opérationnelle retenue est celle du bilan de masse simplifiée représentée par l'équation suivante :

$$Pf + Rf = Pi + Ri + Mh + Mhp + Mr + Mrci + Nirr + X + Xa - L$$

D'où

$$X = Pf + Rf - (Pi + Ri + Mh + Mhp + Mr + Mrci + Nirr + Xa - L)$$

	Poste	Signification
Stock Fin	Pf	Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan
	Rf	Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan
Stock début	Pi	Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan
	Ri	Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (reliquat sortie hiver)
Entrées	Mh	Minéralisation nette de l'humus du sol
	Mhp	Minéralisation nette due à un retournement de prairie
	Mr	Minéralisation nette de résidus de récolte
	Mrci	Minéralisation nette de résidus de culture intermédiaire
	Nirr	Azote apporté par l'eau d'irrigation
	X	Apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse
	Xa	Equivalent engrais minéral efficace pour les engrais organiques
Sorties	L	Pertes par lixiviation du nitrate de Ri

L'ouverture du bilan correspond à la période de mesure des reliquats sortie hiver pour les cultures d'hiver et pour les cultures de printemps à la date de semis ou à la période de mesure du reliquat.

Le paramètre L est négligé dans le calcul de la dose prévisionnelle d'azote à apporter aux cultures en Auvergne.



Plan Prévisionnel de fumure Azote

Tableaux de référence
(arrêté du GREN)

1	Y	Objectif de rendement			
2	b	besoin d'Azote par unité de production			tableau 1 ou tableau 2 pour le blé
3	Pf	Y x b ou besoin global *			tableau 1
4	Rf	Azote minéral fermeture du bilan (= reliquat post récolte)			tableau 3
5	Pi ¹	Azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan			tableau 4
A		Besoins totaux (Pf + Rf - Pi)	(3 + 4 - 5)		
6	Ri	Azote minéral à l'ouverture du bilan (= Reliquats sortie hiver)			Analyse ou synthèse régionale
7	Mh	Minéralisation nette de l'humus			tableaux 6 ou 7
8	Mhp	Minéralisation nette du à un retournement prairie			tableaux 8 et 9
9	Mr	Minéralisation nette des résidus du précédent			tableau 10
10	MrCi	Effet CIPAN			tableau 11
11	Nirr	Apport d'azote par l'eau d'irrigation			tableau 12
12		teneur en azote des engrais organiques Kg/t ou m ³			Tableau 13 ou analyse
			Q		
			Keq		
	Xa	fourniture d'azote par les Produits Résiduaire Organiques		Xa = %Npro x Q x Keq	
B		Fournitures totales du sol	(6+7+8+9+10+11)		

¹ : Pi = 0 si l'ouverture du bilan est antérieure ou au moment du semis de la culture

* Pour les cultures qui ont un besoin global/ha, ex la betterave à 250 u/ha, reprendre directement cette valeur sans la multiplier par b

Equilibre de la fertilisation minérale

$$\boxed{\text{A}} - \boxed{\text{B}} = \boxed{\text{X en kg N/ha}}$$

2 – Méthode de calcul de la dose prévisionnelle d'azote à apporter aux prairies

Pour calculer la dose d'azote minéral à apporter, on se base sur l'équation suivante :

$$X + X_a = (P_f - P_0) / CAU$$

X : dose d'azote provenant de l'engrais minéral (kgN/ha)	
X _a : Azote efficace des effluents organiques apportés X _a = %N _{pro} * Q * Keq,	% N _{pro} = teneur en azote du produit Q : volume ou masse épandue à l'hectare Keq : coefficient d'équivalence engrais minéral efficace
P _f : quantité d'azote absorbé par la prairie jusqu'à la récolte, P _f = N _{exp} + N _{réserve}	
N _{exp} : quantité d'azote apportée par la prairie, N _{exp} = MS * %N	Correspond à la quantité d'azote contenue dans les parties aériennes produites
MS : objectif de production de la prairie (tMS/ha), estimée par 2 méthodes validées	- soit valorisation moyenne de l'herbe de l'exploitation à l'échelle de l'année : cas du bilan fourrager - soit par les niveaux de production accessibles à l'échelle de l'année ou de la saison et au niveau parcellaire : cas de l'optimisation de la production d'herbe.
% N : teneur en azote de l'herbe	
P ₀ : fournitures globales d'azote minéral par le sol,	
CAU : coefficient apparent d'utilisation de l'engrais minéral CAU = 0,6	

Un tableau de définition de la dose d'azote est fourni en annexe 5

3 – Méthode de calcul de la dose prévisionnelle d'azote à apporter sur colza

Pour le colza, le bilan prévisionnel est calculé grâce à la formule simplifiée suivante :

$$X = (P_f - P_0 - P_i) / CAU - X_a$$

Où **P0** est une valeur globale de fourniture du sol (Mh+MhP+Mr+MrCi+Nirr)

Et P0 varie en fonction du type de sols

Type de sol	P0 (kg N/ha)
Sols superficiels : argilo-calcaires superficiels, sableux, argilo-sableux, alluvions	40
Sols profonds : Terres noires, argilo-calcaires profonds, limons sableux hydromorphes drainés	60

Source : CETIOM, 1999

$$P_i = \text{Poids frais} \times N_h$$

Le colza a la particularité de pouvoir fixer des quantités importantes d'azote dès l'automne. Cet azote fixé doit être pris en considération dans la mesure où il se révèle aussi fonctionnel dans la plante que ne l'est l'azote absorbé ultérieurement qu'il soit d'origine « naturel », minéralisation du sol, ou qu'il provienne de l'engrais apporté sur la culture.

La quantité fixée dans la plante entière s'obtient en multipliant le poids de matière verte aérienne exprimée en kg de biomasse aérienne verte évaluée à la sortie de l'hiver (en m²) par le coefficient N_h¹.

Pi = Poids frais x N_h, avec ✧ N_h = 75

✧ 1/CAU = 1,25

✧ **Xa** : Il convient de prendre en compte une valeur de X_a de 30 unités d'azote en cas d'apport régulier de PRO (matières organiques)

1

Annexe 2

Examen des différents postes de l'équation

1-1 Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (Pf)

Selon la culture pratiquée, le terme Pf peut se calculer soit par la méthode des besoins forfaitaires par unité de surface, soit par la formule $Pf = b \times Y$ où :

- b = besoin d'azote de la culture par unité produite
- Y = l'objectif de rendement (unité de production) tel que défini au 2° de l'article 2 du présent arrêté.

Tableau 1 : besoin en azote par unité de production pour les différentes cultures

<i>Culture</i>	<i>Besoins en N / unité</i>	<i>Besoin global</i>	<i>unité de production</i>	<i>Profondeur enracinement</i>
Ails		160	t	45
Avoine	2,5		q	90
Betteraves sucrières		220	t	90
Blé fourrager 2,8 ⁽¹⁾	2,8		q	90
Blé panifiable 3,0 ⁽¹⁾	3		q	90
Blé panifiable supérieur 3,2 ⁽¹⁾	3,2		q	90
Blé améliorant 3,5 ⁽¹⁾	3,5		q	90
Blé améliorant 3,7 ⁽¹⁾	3,7		q	90
Blé de force 3,9 ⁽¹⁾	3,9		q	90
Blé dur	3,5		q	90
Colza	6,5		q	90
Epeautre	2,3		q	90
Maïs fourrage <12 t de MS	15		t MS	90
Maïs fourrage 12-15 t de MS	14		t MS	90
Maïs fourrage >15 t de MS	13		t MS	90
Maïs grain < 100 q/ha	2,3		q	90
Maïs grain 100 à 120 q/ha	2,2		q	90
Maïs grain => 120 q/ha	2,1		q	90
Maïs semences (petit gabarit) <35 q		180	q	75
Maïs semences (moyen gabarit) 35-40 q		200	q	75
Maïs semences (assez grand gabarit) >40q		220	q	75
Oignons		160	t	45
Orge de printemps	2,2		q	90
Orge d'hiver	2,5		q	90
Pomme de terre conso		220	t	60
Seigle	2,3		q	90
Sorgho 50 à 80 q/ha	2,5			90
Sorgho 80 à 100 q/ha	2,3			90
Sorgho > 100 q/ha	2,1			90
Sorgho fourrager 0 à 10 t	16			90
Sorgho fourrager 10 à 15 t	14			90
Sorgho fourrager > 15 t	12,5			90
Tabac brun	95		t	60
Tabac burley	85		t	60
Tournesol	4,5		q	90
Triticale	2,6		q	90

(1) : se reporter au tableau 2 listant les différentes variétés de blé.

(2) La profondeur d'enracinement permet de pondérer les valeurs de reliquats (Ri)

Tableau 2 : besoin en azote par unité de production pour la culture du blé

Variété	besoin (kgN/q)
Accroc, Adhoc, Ambition, Amundsen, Andalou, Aramis, Arlequin, Bermude, Cellule Expert, Fairplay , Glasgow, Hekto, Hybery, Hymack, Hyscore, Hystar, Hysun, Hyxtra Istabraq, JB Diego, Laurier , Lear, Oakley, Odyssée , Pakito, Parador, Perfector, Pierrot, Prevert, Ronsard , Roysac, Scipion, Scor, Selekt, Sobbel, Sokal, Sponsor, Sy Moisson , Trapez, Trémie, Viscount	2,8
Actrice, Adequat, Aldric, Aligator, Alixan, Altigo, Altria, Amador, Andino, Apache, Aprilio, Arezzo, Aristote, Arkeos, As de cœur, Ascott , Attitude, Aurele, Autan, Bagou, Barok, Bastide, Bergamo , Boisseau, Boregar, Boston, Brentano, Campero, Catalan, Celestin, Centenaire, Charger, Chevron, Compil, Cordiale, Dialog, Dinosor, Epidoc, Ephoros, Equilibre, Euclide, Flaubert, Fluor, Folklor, Forblanc, Galopain, Garantius, Garcia, Goncourt, Haussmann, Hybred, Hyxo, Hyxpress , Illico, Innov, Isengrain, Kalystar, Karillon, Marcelin, Maxwell, (Minotor), Nirvana, Nucleo, Orcas, Oregrain , Orvantis, Oxebo, Paledor, Pepidor, Perceval, Phare, Plainedor, Pr22r20, Pr22r28, Pr22R58, Premio, Razzano, Richepain, Rochfort, Rodrigo, Rosario, Rubisko , Rustic, Sankara, Seyrac, Sirtaki, Sogood, Solehio, Sollario, Supralice, Sweet , Swinggy, Toisonдор, Uski, Waximum	3
Accor, Adagio, Aerobic, Allez y, Altamira, Ambello, Amerigo, Athlon, Atlass, Aubusson, Avantage, Azimut, Azzerti, Camp-Rémy, Calabro , Caphorn, CCB Ingenio, Cézanne, Chevalier, Ciblé, Croisade, Exelcior, Exotic, Farandole, Frelon, Galactic, Graindor, Instinct, Interet, Iridium, Isidor, Kalango, Koreli, Limes, Lukullus, Manager, Mendel, Mercato, Miroir, Musik, Nogal, Nuage, Oratorio, Paindor, Racine, Recital, Ressor, Saint Ex, Samurai, Soissons, Sophytra, Sorrial, Sy Alteo, Sy Tolbiac , Valodor, (Zinal)	3,2
Antonius, Arfort, Courtot, Bagatelle 007, Bologna, Bussard, Esperia, Figaro , Fiorina, Florence Aurore, Furio, Galibier, Hyno-rista, Lennox , Levis, Logia, Lona, Ludwig, Monopole, Nara, Pireneo, Qualital, Quality, Quebon, Renan, Runal, Saturnus, Sebasto, Segor, Siala , Somme, Stefanus, Tamaro, Togano, Trofeo, Turelli, Valbona, NSA 08-3213 a	3,5
Uli 12, NSA 01, Uli 148 , NSA 08-3423 a	3,7
Uli 11, Uli 35, Céréfort	3,9

- : valeurs régionales
- en rouge : les variétés introduites ou modifiées en 2013

En cas de variété non référencée dans le tableau, choisir en fonction de la qualité recherchée.

Dans le cadre de la filière qualité, si la variété cultivée a un besoin unitaire de 2,8 ou 3 kg N/q mais qu'il y a recherche d'un niveau de protéine élevé, ce besoin doit être augmenté de 0,2 kg N/q, c'est à dire que la variété aura un besoin spécifique « qualité » respectivement de 3 ou de 3,2 kg N/q.

1-2 Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Tableau 3 : Valeurs retenues pour estimer le terme Rf

<i>Les sols</i>	<i>Reliquat post-récolte en kg/ha</i>
Alluvions (Limos-Sableux)	35
Argilo-calcaire	40
Argilo-calcaire superficiel	30
Argilo-sableux	35
Limos sableux hydro	35
Sableux	35
Terre Noire	50

1-3 Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi)

Pour les céréales à paille :

$$P_i = 10\text{kgN/ha} + 5\text{kgN/ha/talle}$$

Tableau 4 : Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi) pour les céréales à paille (kg d'azote par hectare)

<i>Stade de la céréale</i>	<i>Azote déjà absorbé par la culture</i>
1 à 3 feuilles	10
1 talle	15
2 talles	20
3 talles	25

1-4 Quantité d'azote minéral dans le sol à la l'ouverture du bilan (Ri)

Lorsque l'agriculteur dispose d'une mesure de reliquat azoté en sortie d'hiver sur l'ilot cultural, la valeur de Ri à prendre en compte pour la méthode du bilan correspond à cette mesure. Cette mesure peut être utilisée pour les parcelles de l'exploitation qui sont dans une situation culturale comparable (nature et conduite du précédent, type de sol ...).

En l'absence de référence de valeur de reliquat azoté en sortie d'hiver, la valeur utilisée sera la moyenne des mesures réalisées dans des situations culturales comparables. Le référentiel à utiliser par département et distinguant autant de situations que nécessaire (type de sols, nature et conduite du précédent cultural, climat local ...) sera établi annuellement et fourni à l'autorité administrative pour publication. Des données historiques départementales figurent dans le rapport du GREN d'Août 2012 (annexes 3a et 3b) et apparaissent ci-après :

➔ Reliquats sortie hiver, moyenne 2010-2012 pour le département du Puy de Dôme

Précédents / Sols - profondeur	Alluvions	Argilo-calcaire	Argilo-calcaire superficiel	Argilo-sableux	Limons sableux hydromorphes	Sables	Terre noire
Betterave	45	62	50	63	50	40	62
Céréales pailles enfouies	45	96	65	63	50	40	85
Céréales pailles enlevées	57	98	80	83	50	40	100
Colza	41	80	60	63	60	50	105
Féverole, Lupin	41	78	50	50	50	40	83
Jachère de crucifères	41	78	50	50	50	40	83
Jachère de graminées	41	78	50	50	50	40	83
Jachère de légumineuses	41	78	50	50	50	40	83
Luzerne, Trèfle	41	78	50	50	50	40	83
Maïs fourrage	41	78	50	50	50	40	83
Maïs grain ou semences en sec	41	70	45	55	50	40	64
Maïs grain ou semences irrigué	41	70	45	55	50	40	64
Maïs sem	41	80	50	55	50	40	90
Oignons, Ail, échalote	41	78	50	50	50	40	83
Pois, Soja, Haricot	41	78	50	50	50	40	83
Pomme de terre	41	78	50	50	50	40	83
Prairie	41	78	50	50	50	40	83
Sorgho	41	70	45	50	50	40	64
Tabac	41	78	50	50	50	40	83
Tournesol	41	62	46	62	50	40	74
Moyenne	41	78	50	50	50	40	83

➔ Reliquats département de l'Allier

	reliquats fevrier dans l'Allier			reliquats avril dans l'Allier		
	PRECEDE NT pois luzerne trefle PT PN	PRECEDE NT sorgho maïs tournesol	PRECEDE NT colza céréales betterave	PRECEDE NT pois luzerne trefle PT PN	PRECEDE NT sorgho maïs tournesol	PRECEDE NT colza céréales betterave
	reliquats moyens	reliquats moyens	reliquats moyens	reliquats moyens	reliquats moyens	reliquats moyens
alluvions	45	35	45	55	50	55
AC profonds ou moyens	70	65	70	90	75	90
AC superf	50	45	50	70	65	70
argilo-sableux	45	40	45	50	50	50
sables	35	30	35	45	45	45
terres noires	65	60	65	75	75	75
limons sableux hydro	40	40	40	50	50	50

➔ Reliquats pour la commune de Vieillespesse dans le département du Cantal

Données issues de 2 campagnes organisées par la chambre d'agriculture du Cantal et le GVA de Massiac sur le secteur (= Vieillespesse et communes limitrophes) :

- 40 kg N/ha avec un précédent céréale
- 30 kg N/ha avec un précédent prairie

1-5 Minéralisation nette de l'humus du sol (Mh)

Les valeurs de minéralisation nette de l'humus (Mh) sont établies pour chaque culture pratiquée figurant au 1° de l'article 2 du présent arrêté, en fonction du type de sol et du taux de matière organique du sol (% MO). Pour déterminer la valeur de Mh à prendre en compte pour le calcul de la dose prévisionnelle, l'exploitant se réfère en l'absence d'analyse de sol au tableau 5 (classification des différents type de sols de la région Auvergne), tableaux 6 et 7 (valeurs de minéralisation nette de l'humus du sol).

- a) Détermination de la classification du sol

A partir de la classification des sols du tableau 5, déterminer le type de sol de l'ilot cultural.

Tableau 5 : classification des différents types de sols de la région Auvergne

Type de sol	Argile en %	Calcaire en %	Matière organique en %	Profondeur du sol en cm	Densité apparente
Alluvions (Limosn-Sableux)	15	0	1,7	75	1,3
Argilo-calcaire	40	15	3	70	1,2
Argilo-calcaire superficiel	40	25	2,8	50	1,2
Argilo-sableux	25	0	2,2	75	1,3
Limosn sableux hydro	20	0	1,5	50	1,3
Sableux	8	0	1	50	1,3
Terre Noire	45	10	3,5	90	1

- b) Détermination de la valeur de Mh de référence

La valeur de Mh dépend en grande partie du taux de matière organique du sol. Aussi, les valeurs de référence de Mh présentées dans les tableaux 6 et 7 distinguent 2 situations.

Tableau 6 : Valeurs de minéralisation de la matière organique du sol pour des systèmes avec résidus enfouis une fois sur deux et sans apport de matière organique

Les sols	Céréales - Colza	Betteraves sucrières	Maïs - sorgho	Tournesol	Maïs - sorgho (reliquats 15/04)	Tournesol (reliquats 15/04)	Pomme de terre conso	Ails - cignons - Tabac
Systèmes avec résidus enfouis 1/2 sans MO								
Alluvions	30	70	55	75	45	65	45	55
Argilo-calcaire	30	70	60	80	45	65	45	60
Argilo-calcaire superficiel	20	50	35	55	30	50	30	35
Argilo-sableux	35	80	60	80	50	70	50	60
Limosn sableux hydro	20	50	40	60	35	55	30	40
Sableux	25	55	45	65	40	60	35	45
Terre Noire	40	90	75	95	65	85	55	75

Tableau 7 : Valeurs de minéralisation de la matière organique du sol pour des systèmes avec résidus régulièrement enlevés avec apport de matière organique tous les 2 à 3 ans ou prairie dans la rotation

Les sols	Céréales - Colza	Betteraves sucrières	Maïs-sorgho	Tournesol	Maïs - sorgho (reliquats 15/04)	Tournesol (reliquats 15 avril)	Pomme de terre conso	Ails – oignons-Tabac
Alluvions	35	80	60	80	55	75	50	60
Argilo-calcaire	40	80	65	85	56	75	50	65
Argilo-calcaire superficiel	25	55	40	60	40	60	35	40
Argilo-sableux	40	90	70	90	60	80	55	70
Limons sableux hydro	25	60	45	65	40	60	40	45
Sableux	30	63	50	70	45	65	40	50
Terre Noire	50	100	77	97	80	100	65	77
Vieillespesse	35		55					

1-6 Minéralisation nette supplémentaire due à un retournement de prairie (Mhp)

Tableau 8 : Valeurs retenues pour estimer le terme Mhp (kg N/ha)

<i>Date de retournement de la prairie</i>	<i>Durée de la prairie avant retournement</i>				
	<i>< 18 mois</i>	<i>2 à 3 ans</i>	<i>4 à 5 ans</i>	<i>6 à 10 ans</i>	<i>+ de 10 ans</i>
Printemps	20	60	100	120	140
Automne	10	30	50	60	70
il y a 2 ans	0	0	25	35	40

Tableau 9 : prise en compte du mode d'exploitation dans le calcul de Mhp

	<i>effet du mode d'exploitation</i>	
	Graminée pure	association graminée - légumineuse
pature integrale	1,0	1,0
fauche + pature	0,7	1,0
fauche integrale	0,4	1,0

Les valeurs de Mhp figurant dans le tableau 9 sont à multiplier par les valeurs du tableau 8 selon la proportion de fauches dans le mode d'exploitation de la prairie.

1-7 Minéralisation nette des résidus de récolte du précédent (Mr)

Selon le rapport C/N des résidus, le précédent cultural implique une libération d'azote minéral (minéralisation nette positive) ou une fixation d'azote minéral (minéralisation nette négative).

Tableau 10 : Valeurs retenues pour estimer le terme Mr

<i>Précédent</i>	<i>Effet sur la minéralisation en kg/ha</i>
Betterave	20
Céréales pailles enfouies	-20
Céréales pailles enlevées	0
Colza	20
Féverolle, Lupin	30
Jachère de crucifères	15
Jachère de graminées	15
Jachère de légumineuses	30
Luzerne, Trèfle retournement +1an*	40
Luzerne, Trèfle retournement +2ans*	20
Maïs fourrage	0
Maïs grain ou semences en sec	-10
Maïs grain ou semences irrigué	-20
Maïs semences	-10
Oignons, Ail, Echalote	0
Pois, Soja, Haricot	20
Pomme de terre	20
Sorgho	-10
Tabac	0
Tournesol	-10
Ray grass dérobé	-10

* : les luzernières ne sont pas considérées comme des prairies. Leur effet est à prendre en compte via le tableau ci-dessus. L'effet retournement est pris en compte les deux années suivant le retournement.

1-8 Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi en kgN/ha)

Tableau 11 : Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi)

<i>Type de culture intermédiaire</i>	<i>Production de la CIPAN (tMS/ha)</i>	<i>Ouverture du bilan en sortie hiver</i>		<i>Ouverture du bilan en Avril</i>	
		<i>Destruction Nov/dec</i>	<i>Destruction >Janv</i>	<i>Destruction Nov/dec</i>	<i>Destruction >Janv</i>
CRUCIFERES (moutarde, radis, ...)	2	10	15	5	10
Graminées de type Seigle, avoine	2	5	10	0	5
Graminées de type Ray-Grass	2	10	15	5	10
Phacélie	2	5	10	0	5
MELANGES graminées - légumineuses	2	13	20	5	13

Pour les productions de matières sèches inférieures ou supérieures à la référence, retrancher ou ajouter 5 kg N/ha.

1-9 Apport par l'eau d'irrigation

Lorsque l'exploitant prévoit d'irriguer, il doit tenir compte des apports en nitrates en fonction de la moyenne de ses apports habituels d'eau d'irrigation. Le calcul de cet apport se fait selon la formule suivante :

$$\mathbf{N \text{ irrigation} = V * C / 443}$$

V = quantité d'eau apportée annuellement(mm)

C = concentration en nitrate de l'eau d'irrigation (mg/l NO³⁻)

La teneur en nitrates de l'eau d'irrigation doit être connue par l'exploitant (arrêté du 19 décembre 2011) soit :

- par une analyse réalisée par l'agriculteur (prestataire privé ou au moyen d'un appareil type Nitracheck) datant de moins de 4 ans
- dans le cadre d'une campagne réalisée par un organisme local à renouveler tous les 4 ans.

Pour les agriculteurs irriguant à partir d'une prise d'eau superficielle dans un cours d'eau et si cette ressource est intégrée à un réseau de suivi qualité géré par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, ce dernier n'est pas tenu de faire réaliser une analyse. Il pourra utiliser les résultats disponibles sur internet.

Tableau 12 : quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation en kg d'N par ha

Irrigation (mm)	Concentration en nitrates dans l'eau en mg/l									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
20	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5
40	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9
60	1	3	4	5	7	8	9	11	12	14
80	2	4	5	7	9	11	13	14	16	18
100	2	5	7	9	11	14	16	18	20	23
120	3	5	8	11	14	16	19	22	24	27
140	3	6	9	13	16	19	22	25	28	32
160	4	7	11	14	18	22	25	29	33	36
180	4	8	12	16	20	24	28	33	37	41
200	5	9	14	18	23	27	32	36	41	45

1-10 Equivalent engrais minéral efficace (Xa)

Les différents produits résiduels organiques sont classés selon leur cinétique de minéralisation. La valeur du paramètre d'équivalent engrais minéral efficace (Xa) est donné par la formule suivante :

$$Xa = \%N_{pro} * Q * Keq$$

avec %N_{pro} = teneur en azote total (% par unité de volume ou de masse) du produit résiduel organique

Q = volume ou masse de produit épandue par hectare

Keq = coefficient d'équivalence engrais minéral efficace en fonction de la classe Keq

Définitions :

- Le qualificatif « **dilué** » prend en compte les eaux de salle de traite (blanche), l'eau de lavage du quai de traite et de l'aire d'attente (verte) ou l'eau de pluie qui tombe sur des aires d'exercice non couvertes de faible surface (brune).
- Le qualificatif « **très dilué** » prend en compte les eaux de salle de traite (blanche), l'eau de lavage du quai de traite et de l'aire d'attente (verte) et l'eau de pluie qui tombent sur des aires d'exercice non couvertes de faible surface (brune).
- Pour les purins, la faible production de jus de constitution des fumiers entraîne une très forte dilution ne serait-ce qu'avec les eaux de lavage du bloc de traite.

Tableau 13 : teneurs en N total des produits résiduaux organiques – effluents d'élevage et Coefficient d'équivalence engrais minéral (Keq)

Type	% MS par t ou m ³	Teneur en N des engrais organiques	Blé	Colza	Culture de printemps apport d'automne	Culture de printemps apport printemps	Herbe apport d'automne	Herbe apport de printemps	Blé	Colza	Culture de printemps apport d'automne	Culture de printemps apport printemps	Herbe apport d'automne	Herbe apport de printemps
			Apports d'automne		Coefficient d'équivalence engrais				Kg d'azote efficace / t ou m ³					
Composition des produits avicoles														
Lisiers de canards	10 à 15	5,9	0,1	0,1	0,3	0,45	0,6	0,6	0,6	0,6	1,8	2,7	3,5	3,5
Lisiers de poules pondeuses	10	6,8	0,1	0,1	0,3	0,45	0,6	0,6	0,7	0,7	2,0	3,1	4,1	4,1
Fientes humides poules pondeuses	25	15	0,1	0,1	0,3	0,6	0,6	0,6	1,5	1,5	4,5	9,0	9,0	9,0
Fientes pré séchées poules pondeuses	40	22	0,1	0,1	0,3	0,6	0,6	0,6	2,2	2,2	6,6	13,2	13,2	13,2
Fientes séchées poules pondeuses	80	40	0,1	0,1	0,3	0,6	0,6	0,6	4,0	4,0	12,0	24,0	24,0	24,0
Fumier à la sortie du bâtiment volailles label	70	20	0,2	0,2	0,3	0,55	0,5	0,5	4,0	4,0	6,0	11,0	10,0	10,0
Fumier à la sortie du bâtiment volailles standard	70	29,3	0,2	0,2	0,3	0,55	0,5	0,5	5,9	5,9	8,8	16,1	14,7	14,7
Fumier après stockage volailles label	70	15	0,2	0,2	0,3	0,55	0,5	0,5	3,0	3,0	4,5	8,3	7,5	7,5
Fumier stockage volailles standard	70	22,3	0,2	0,2	0,3	0,55	0,5	0,5	4,5	4,5	6,7	12,3	11,2	11,2
Composition des produits porcins														
Lisier porcs à l'engrais	8	7,3	0,1	0,1	0,3	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	2,2	5,1	4,4	4,4
Lisier mixte	4,9	4,3	0,1	0,1	0,3	0,7	0,6	0,6	0,4	0,4	1,3	3,0	2,6	2,6
Lisier naisseur	2,5	3,5	0,1	0,1	0,3	0,7	0,6	0,6	0,4	0,4	1,1	2,5	2,1	2,1
Fumiers de porcs	32,9	7,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,7	0,7	1,4	2,2	2,9	2,9
Compost de tamisage lisier	34,3	7,2	0,05	0,1	0,05	0,2	0,2	0,2	0,4	0,7	0,4	1,4	1,4	1,4
Compost de fumier de porcs	31,7	7,6	0,05	0,1	0,05	0,2	0,2	0,2	0,4	0,8	0,4	1,5	1,5	1,5
Composition des produits herbivores														
Fumiers d'ovins	30	6,7	0,15	0,3	0,2	0,3	0,15	0,05	1,0	2,0	1,3	2,0	1	0,7
Fumiers de caprins	36	6,1	0,15	0,3	0,2	0,3	0,15	0,05	0,9	1,8	1,2	1,8	0,9	0,6
Composts de fumier d'ovins ou caprins	36	11,5	0,05	0,1	0,05	0,2	0,1	0,1	0,6	1,2	0,6	2,3	1,2	0,6
Fumiers de bovins	20	5,5	0,15	0,1	0,2	0,3	0,15	0,1	0,8	0,6	1,1	1,7	0,8	0,6
Compost de fumier de bovins	33	8			0,05	0,2	0,1	0,05	0,0	0,0	0,4	1,6	0,8	0,4
Lisier de bovins pur	11	4	0,1	0,1	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	1,2	2,0	1,6	1,6
Lisier dilué (eaux vertes et eaux blanches)	8	2,7	0,1	0,1	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,8	1,4	1,1	1,1
Lisier très dilué (eaux vertes, eaux blanches et eaux brunes)	5	1,6	0,1	0,1	0,3	0,5	0,4	0,4	0,2	0,2	0,5	0,8	0,6	0,6
Purin pur	5	3	0,1	0,1	0,3	0,5	0,6	0,6	0,3	0,3	0,9	1,5	1,8	1,8
Purin dilué (eaux vertes, eaux blanches et eaux brunes)	0,8	0,4	0,1	0,1	0,3	0,5	0,6	0,6	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2
Fumier de cheval	42,1	6,2	0,15	0,1	0,2	0,3	0,1	0,05	0,9	0,6	1,2	1,9	0,6	0,3
Compost de fumier de cheval	41	5,2	0,05	0,1	0,05	0,2	0,05	0	0,3	0,5	0,3	1,0	0,3	0,0
Divers														
Boues d'épuration	voir analyse		0,15	0,3	0,2	0,3	0,2	0,25	0,9	1,8	1,2	1,8	1,2	1,5
Compost de déchets vert	voir analyse	10	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	0,0
Ecumes de sucrerie	voir analyse	3,3	0,15	0,3	0,2	0,3	0,2	0,25	0,5	1,0	0,7	1,0	0,7	0,8

Annexe 3

Cultures pour lesquelles s'applique une dose totale d'azote prévisionnelle plafonnée par hectare.

Tableau 14

Culture	(kg/ha) *
Artichaut	60
Artichaut 2ème année	80
Artichaut 3ème année	100
Aubergine	160
Asperge 1ère pousse	80
Asperge 2ème pousse	130
Asperge 3ème pousse	140
Bette et carde	180
Betterave potagère (rouge)	130
Brocolis	130
Cardons	180
Carotte	80
Carotte Industrie	160
Céleri-branche	220
Céleri-rave	190
Chanvre	120
Choux de bruxelle	220
Chou blanc, vert rouge, autres	100
Chou-fleur	180
Courgette	120
Concombre	1,6 kg/T
Cornichons	15
Epinard	110
Melon	130
Haricots à écosser et secs	160
Haricots verts et beurre	140
lin	120
Mache	60
Navets	140
Persil	100
Potirons courges et citrouilles	100
Poireau	160
pois légumes	220
Radis	40
Laitue	70
Soja**	150

Tableau 15 : valeurs plafonnées pour les cultures maraîchères multi-espèces et petits fruits

	Plafond auvergne kg/ha
Multi-espèces sans apport annuel de matière organique Taux de rotation connu	130
Multi-espèces avec apport annuel de matière organique Taux de rotation connu	100
Multi-espèces sans apport annuel de matière organique Taux de rotation non connu	170
Multi-espèces avec apport annuel de matière organique Taux de rotation non connu	140

Petits fruits	Plafond (unités N/ha)
Myrtilles	40
Framboises	80
Groseilles	60
Fraises	120

Tableau 16 : valeurs plafonnées pour les arbres fruitiers

	Bois et structures pérennes + bois de l'année et feuilles					Besoins des fruits	Plage de rendement indicative
	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5 et suivantes	Kg N/tonne	tonnes
Arbres fruitiers							
Cerisiers	30	50	80	90	100	1,3	10 à 25
Pommiers	40	60	80	100	100	0,6	10 à 60
Poiriers	40	50	70	90	90	0,7	10 à 50

Annexe 4 –

Tableau 17 : Valeurs de rendements prévisionnels à ne pas dépasser en l'absence de référence sur l'exploitation

Quintaux / ha	Blé	maïs grain	maïs ensilage irrigué (T/ha de MS)	maïs ensilage (T/ha de MS)	tournesol	colza	orge	seigle	avoine	triticale	sorgho grain	soja
alluvions irrigués	90	130		21	40	40	80	80	70	90	115	40
alluvions	80	100		17	35	35	70	70	60	80	85	35
argilo-calcaire irrigués	100	125		21	40	40	90	90	80	100	110	40
argilo-calcaire	90	110		18	35	40	80	80	70	90	95	35
argilo-calcaire superficiel irrigués	100	120		20	40	40	75	75	65	100	105	40
argilo-calcaire superficiel	80	90		15	30	35	75	75	65	80	75	35
argilo-sableux irrigués	100	120		20	40	40	75	75	65	100	105	
argilo-sableux	80	90		15	30	35	75	75	65	80	75	
limons sableux hydro irrigués	85	120		20	40	35	70	70	60	85	105	35
limons sableux hydro	75	90		15	30	30	70	70	60	75	75	30
sableux irrigués	90	130		21	40	40	80	80	70	90	115	40
sableux	75	80		14	35	35	70	70	60	75	65	35
terres noires irrigués	110	130		21	45	45	90	90	80	110	115	40

Annexe 5

La grille de conseil (**cf tableau 18**) pour la fertilisation azotée des prairies proposée par le GREN a été établie à partir de l'application de la méthode des bilans au système prairial, pour la zone pédo-climatique concernée par la zone vulnérable. Notamment, il a été considéré que la pousse de l'herbe est limitée en période estivale en raison d'un déficit hydrique.

Tableau 18 : Grille de conseil pour les surfaces en herbe*

Utilisation de la prairie	Objectif de rendement	Chargement moyen (UGB /Ha de SFP)	Besoins annuels en kg N / ha (**)	
			Apports organiques occasionnels (1 an sur 3 ou +)	Apports organiques réguliers (tous les ans ou 1 an sur 2)
Pâturage seule	3 à 4 t de MS/ha/an	0,7 à 0,9	30	0
	4 à 5 t de MS/ha/an	0,9 à 1,1	50	40
	5 à 6 t de MS/ha/an	1,2 à 1,4	90	60
	6 à 7 t de MS/ha/an	1,6 à 1,8	150	120
Foin + Pâturage	4 à 5 t de MS/ha/an	0,7 à 0,9	30	0
	5 à 6 t de MS/ha/an	0,9 à 1,1	50	30
	6 à 7 t de MS/ha/an	1,2 à 1,4	70	50
Enrubannage + pâturage	5 à 6 t de MS/ha/an	0,8 à 1	70	50
	6 à 7 t de MS/ha/an	1 à 1,2	90	70
	7 à 8 t de MS/ha/an	1,2 à 1,4	110	90
Ensilage + Pâturage	5 à 6 t de MS/ha/an	0,8 à 1	80	60
	6 à 7 t de MS/ha/an	1 à 1,2	110	80
	7 à 8 t de MS/ha/an	1,2 à 1,4	140	100
Ensilage + Regain + pâturage	6 à 7 t de MS/ha/an	0,9 à 1,1	120	80
	7 à 8 t de MS/ha/an	1,2 à 1,4	140	100
	8 à 10 t de MS/ha/an	1,6 à 1,8	160	120
Culture dérobée à base d'herbe	1 coupe 3 à 4 tMS/ha		60	40
	1 coupe 4 à 5 tMS/ha		80	60
	1 coupe 5 à 6 tMS/ha		100	80

(*). Cette grille de conseils est adaptée pour toutes les prairies permanentes et les prairies temporaires à dominante graminées. Dans le cas de prairies temporaires associant graminées et légumineuses, le conseil peut être divisé par 2.

(**). Le calcul des besoins annuels tient compte des restitutions au pâturage. Pour les besoins en azote, il ne s'agit pas de l'azote total, mais de l'azote minéral apporté par les engrais, ou de l'azote efficace apporté par les fumiers ou lisiers.

Le tableau proposé par le GREN permet de définir la quantité d'engrais à apporter en fonction du type d'utilisation de la parcelle (fauche, pâturage, ensilage, enrubannage) et de la productivité annuelle moyenne de la parcelle (de 3 à 10 t de MS par hectare). Le chargement pris en compte va de 0,7 à 1,8 UGB par hectare.

Exemple de calcul de la quantité d'azote à apporter pour une prairie conduite en ensilage + regain + pâture, avec un entretien organique

Utilisation de la prairie Entretien organique	Ens.+regain+pâture régulier
Objectif de production	7.5 tMS/ha
Teneur en azote	25 kg N
Quantité d'azote absorbé par la prairie (Pf)	190 kg N
Fournitures du sol (minéralisation + arrières-effets)	110 kg N
Fournitures par les légumineuses	15 kg N
Restitutions au pâturage	5 kg N
Fournitures globales du sol (P0)	130 kg N
Azote à mettre à disposition (Pf - P0)	60 kg N
Coefficient apparent d'utilisation de l'azote (CAU)	0.6
Total Azote à apporter (X + Xa)	100 kg N