

Annexe 1 :
Récapitulatif des méthodes de calcul de la dose prévisionnelle à utiliser pour chacune des cultures des zones vulnérables de la région Poitou-Charentes

Cultures	Méthode	Annexe de référence
Céréales à pailles, grains et semences	Bilan	2
Maïs (grain, ensilage et semences) et sorgho	Bilan	3
Colza	Bilan	4
Tournesol	Bilan	5
Lin	Bilan	6
Chanvre	Bilan	7
Tabac	Bilan	8
Cultures porte-graines	Bilan	9
Prairies	Bilan	10
Légumes	Plafond	11
Arbres fruitiers	Plafond	11
Plantes aromatiques et médicinales	Plafond	11
Semences fourragères et potagères	Plafond	11
Autres cultures	Plafond	11

Annexe 2: Fertilisation des céréales a paille (grains et semences)

Cette fiche a été définie dans le cadre des travaux du groupe régional d'expertise nitrates. Elle correspond a une adaptation de la méthode du bilan azote telle que développée par le COMIFER, à partir des références scientifiques disponibles en Poitou-Charentes.

Équations bilan de fertilisation azotée retenues :

Tous types de sol

$$X = Pf - Pi - Ri - Mh - Mhp - Mr - MrCi - Nirr - Xa + Rf \quad [1]$$

X: Fertilisation azotée minérale

Pf: Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

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

Mh: Minéralisation nette de l'humus du sol

Mr: Minéralisation nette des résidus de récolte

Mhp: Minéralisation nette due à un retournement de prairie

MrCi: Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr: Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa: équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaires organiques

Rf: Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan

Sols argilo-calcaires et terres rouges à châtaigniers

$$X = [(Pf - Po - Mr - MrCi - Nirr) / CAU] - Xa \quad [2]$$

X: Fertilisation azotée minérale

Pf: Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

Po: Fourniture du sol

Mr: Minéralisation nette des résidus de récolte

MrCi: Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr: Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa: Equivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaires organiques

CAU: Coefficient Apparent d'Utilisation de l'azote

Pour les sols argilo-calcaires et les terres rouges à châtaigniers, l'équation [2] peut être utilisée. Les valeurs des paramètres Pf, Mr, MrCi, Nirr et Xa sont les mêmes que pour l'équation [1].

1 - Calcul des besoins de la culture ($Pf = b \times y$)

▪ b : Besoin d'azote par unité de production

Espèces - Variétés	Valeur de b (kgN/q)
Blé tendre (non améliorant)	2,8 à 3,5 selon la variété (voir tableau 1) 3 pour les autres variétés
Blé tendre (améliorant)	3,7 à 4,1 selon la variété (voir tableau 2) 3,5 pour les autres variétés
Blé dur	3,5 à 4,1 selon la variété (voir tableau 3)
Orge d'hiver, escourgeon	2,5
Orge de printemps	2,5
Orge brassicole	Voir tableau 4
Avoine	2,2
Triticale	2,6
Seigle	2,3
Autres céréales à paille et mélanges	2,5

Tableau 1: Grille de valeur régionale de b pour le blé tendre (non améliorant)

Variétés de blé tendre (non améliorant)	Valeur de b (kg N/q)
ACCROC, ACIENDA, ADHOC, ALBERIC, AMBITION, AMUNDSEN, ANDALOU, ARAMIS, ARLEQUIN, BALANCE, BERMUDE, CCB PREFERENCE, CLAIRE, EXPERT, GLASGOW, HEKTO, HYBERY, HYMACK, HYSORE, HYSTAR, HYSUN, JB DIEGO, LEAR, OAKLEY, PAKITO, PARADOR, PERFECTOR, PIERROT, PREVERT, ROYSSAC, SCIPION, SCOR, SELEKT, SOBBEL, SOKAL, SPONSOR, SWEET, TRAPEZ, TREMIE, VALORIS, VISCOUNT	2.8
ADEQUAT, ALDRIC, ALIGATOR, ALIXAN, ALTIGO, ALTRIA, AMADOR, ANDINO, APACHE, APRILIO, AREZZO, ARISTOTE, ARKEOS, AS DE CŒUR, ATTITUDE, AURELE, AUTAN, AZTEC, BAGOU, BAROK, BASTIDE, BOISSEAU, BOREGAR, BOSTON, BRENTANO, BUENNO, CALISTO, CAMPERO, CATALAN, CELESTIN, CENTENAIRE, CHAGALL, CHARGER, CHEVRON, COMPIL, CORDIALE, CRAKLIN, CYRANO, DIALOG, DINGHY, DINOSOR, ELEPHANT, EPHOROS, EPIDOC, EQUILIBRE, EUCLIDE, FLAUBERT, FLUOR, FOLKLOR, FORBAN, FORBLANC, GALOPAIN, GARANTUS, GARCIA, GONCOURT, GRETHEL, HAMAC, HAUSSMANN, HYBRED, HYXO, ILLICO, INNOV, ISENGRAIN, KALYSTAR, KARILLON, MARCELIN, MAXWELL, MAXYL, MINOTOR, NIRVANA, NUCLEO, ORCAS, ORNICAR, ORVANTIS, OXEBO, PALEDOR, PEPIDOR, PERCEVAL, PHARE, PLAINEDOR, PR22R20, PR22R28, PR22R58, PREMIO, QUATUOR, RAZZANO, RECORD, RICHEPAIN, RITMO, ROCHFORT, RODRIGO, ROSARIO, RUSTIC, SANKARA, SEMAFOR, SEYRAC, SHANGO, SIDERAL, SIRTAKI, SISLEY, SOGOOD, SOLEHIO, SOLLARIO, SWINDY, SWINGGY, TALDOR, TEXEL, TIAGO, TIMBER, TOISONDOR, USKI	3.0
ACCOR, ADAGIO, AEROBIC, ALLEZ Y, ALTAMIRA, AMBELLO, AMERIGO, ATHLON, ATTLASS, AUBUSSON, AVANTAGE, AZIMUT, AZZERTI, CAMP REMY, CAPHORN, CCB INGENIO, CEZANNE, CHEVALIER, 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, SAMOURAI, SOISSONS, SOPHYTRA, SORRIAL, SY ALTEO, VALODOR, ZINAL	3.2
HYNO-RISTA, MONOPOLE, SEBASTO, SEGOR, SOMME, TURELLI	3.5

Source: Arvalis-Institut du Végétal - 2012

Les autres variétés de blé tendre non référencées ici, et non améliorantes (BAF), sont positionnées par défaut en classe b=3,0.

Tableau 2: Grille de valeur régionale de b pour le blé tendre (améliorant)

Variétés de blé tendre améliorantes	Valeur de b (kg N/q)	Mise en réserve minimale conseillée pour la fin montaison (pilotage) (kg/ha)
Manital, Renan	3.7	40
Esperia, Galibier, Quality	3.9	60
Bussard, Courtot, Levis, Lona, Qualital, Quebon, Runal, Tamaro	4.1	80

Source: Arvalis-Institut du Végétal – 2012

Par défaut, b = 3.5 kg N/ha pour les autres variétés

Tableau 3: Grille de valeur régionale de b pour le blé dur

Variétés de blé dur	Valeur de b (kg N/q)	Mise en réserve minimale conseillée pour la fin montaison (pilotage) (kg/ha)
Pescadou	3.5	40
Biensur - Karur - Cultur – SY Banco	3.7	40 à 60
Alexis - Fabulis - Miradoux - Sculptur –Sy Cysco	3.9	60 à 80
Aventur - Tablur	4.1	80

Source: Arvalis-Institut du Végétal - 2012

Tableau 4: Grille de valeur régionale de b pour l'orge brassicole

Variétés – Orges et escourgeons d'hiver	Valeur de b (kg N/q)
Orges et escourgeons d'hiver fourragers	2.5
Orges ou escourgeons hiver brassicoles à faible teneur en protéines : Estérel, ...	2.5
Autres orges et escourgeons d'hiver brassicoles	2.2

Variétés – Orges de printemps (besoin pour deux apports semis – fin tallage)	Valeur de b (kg N/q)
Orges printemps en argilocalcaire irrigué	2.5
Orges printemps à faible teneur en protéines : NFC Tipple, Shandy	2.4
Autres orges printemps	2.2

Source: Arvalis-Institut du Végétal – 2012

- **y : objectif de rendement**

En cas d'historique de rendements disponible sur l'exploitation :

L'objectif de rendement correspond à la moyenne des rendements réalisés par l'exploitation pour la culture (et pour des conditions comparables de sol) au cours des 5 dernières années en excluant les deux valeurs extrêmes.

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'installation, l'exploitant peut prendre les références de son prédécesseur.

S'il manque une de ces cinq valeurs, il est possible de remonter à la sixième année ou de se limiter aux quatre dernières campagnes et procéder à la moyenne selon la même règle (exclusion des valeurs extrêmes).

Valeurs par défaut, en cas d'absence d'historique de rendements disponibles sur l'exploitation (q/ha) :

Blé tendre sec (q/ha)

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires		55	65	75
Sols sur craie Nord Vienne		65	73	80
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		60	68	75
Terres rouges à chataigniers		65	73	80
Limons battants		60	70	80
Sols sablo-argileux hydromorphes		55	65	
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée			75	85
Sols de terrasses de vallée		65	72	80
Sols sableux		55	65	75
Sols limonoargileux		65	72	80
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		65	72	80
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		65	72	80

Blé dur sec (q/ha)

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires		45	55	65
Sols sur craie Nord Vienne		55	63	70
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		50	58	65
Terres rouges à chataigniers		55	63	70
Limons battants		50	60	70
Sols sablo-argileux hydromorphes				
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée			65	75
Sols de terrasses de vallée		55	62	70
Sols sableux				
Sols limonoargileux		55	62	70
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		55	62	70
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		55	62	70

Orge de printemps sec (q/ha)

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires		45	55	65
Sols sur craie Nord Vienne		50	60	65
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		50	60	70
Terres rouges à chataigniers		45	55	65
Limons battants		45	55	65
Sols sablo-argileux hydromorphes		45	55	65
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée		45	55	65
Sols de terrasses de vallée		45	55	65
Sols sableux		45	55	65
Sols limonoargileux		45	55	65
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		45	55	65
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		45	55	65

Orge de printemps irrigué (q/ha)

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires		65	70	75
Sols sur craie Nord Vienne				
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime				
Terres rouges à chataigniers				
Limons battants				
Sols sablo-argileux hydromorphes				
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée				
Sols de terrasses de vallée				
Sols sableux				
Sols limonoargileux				
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss				
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss				

Orge d'hiver sec (q/ha)

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires		55	65	75
Sols sur craie Nord Vienne		65	73	80
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		60	68	75
Terres rouges à chataigniers		65	73	80
Limons battants		60	70	80
Sols sablo-argileux hydromorphes		50	60	
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée			70	80
Sols de terrasses de vallée		60	68	75
Sols sableux		55	65	75
Sols limonoargileux		65	72	80
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		65	72	80
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		55	65	70

Triticale (q/ha)

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires		55	65	75
Sols sur craie Nord Vienne		65	73	80
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		60	68	75
Terres rouges à chataigniers		65	73	80
Limons battants		60	70	80
Sols sablo-argileux hydromorphes		55	65	
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée			75	85
Sols de terrasses de vallée		65	72	80
Sols sableux		55	65	75
Sols limonoargileux		65	72	80
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		65	72	80
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		65	72	80

Avoine (q/ha)

Charente	Charente-Maritime	Deux-Sèvres	Vienne
43	38	42	42

Seigle (q/ha)

Charente	Charente-Maritime	Deux-Sèvres	Vienne
48	49	45	50

Mélange de céréales à paille (q/ha)

Charente	Charente-Maritime	Deux-Sèvres	Vienne
37	37	37	37

Besoins de la culture (Pf) = besoin unitaire(b)x objectif de rendement (y)=

1

2 - Azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi)

Pour les céréales à paille d'hiver, la quantité d'azote absorbé par la culture (en kgN/ha) à l'ouverture du bilan dépend du stade de développement:

Nombre de talles	Pas de talle	1	2	3	4	5
Pi	10	15	20	25	30	35

5 kgN/ha par talle supplémentaire

En cas de fort tallage, la valeur est plafonnée à 50 kgN/ha.

Azote absorbé a l'ouverture du bilan (Pi) =

2

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

Pour la détermination du reliquat azoté à l'ouverture du bilan l'agriculteur peut par ordre de priorité:

- mesurer le reliquat sortie hiver sur la parcelle ou sur une parcelle de l'exploitation tout à fait comparable (comme prévu par l'arrêté du 19 décembre 2011),
- utiliser les références contenues dans les modèles dynamiques (estimation du reliquat sortie hiver),
- utiliser des références locales annuelles d'accès publics ou privés fournies par les chambres d'agriculture ou les coopératives.

Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri) =

3

4 – Minéralisation de l'humus (Mh)

Le terme Mh (en kgN/ha) dépend du type de culture, du type de sol et du type d'exploitation afin d'intégrer l'influence de la fertilisation organique.

1) Céréales à paille d'hiver

Type de sol	Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
			Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires		30	35	40	45
Sols sur craie Nord Vienne		30	35	40	45
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		30	35	40	45
Terres rouges à chataigniers		35	40	45	50
Limons battants		35	40	45	50
Sols sablo-argileux hydromorphes		35	40	45	50
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée		45	50	50	60
Sols de terrasses de vallée		30	35	40	45
Sols sableux		35	40	45	50
Sols limonoargileux		35	40	45	50
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		35	40	45	50
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		40	40	45	45

Source: Arvalis-Institut du Végétal, Chambres d'agriculture de Poitou-Charentes

2) Céréales à paille de printemps

Type de sol	Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
			Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires		20	25	30	35
Sols sur craie Nord Vienne		20	25	30	35
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		20	25	30	35
Terres rouges à chataigniers		25	30	35	40
Limons battants		25	30	35	40
Sols sablo-argileux hydromorphes		25	30	35	40
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée		30	35	40	45
Sols de terrasses de vallée		20	25	30	35
Sols sableux		25	30	35	40
Sols limonoargileux		25	30	35	40
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		25	30	35	40
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		30	35	40	45

Source: Arvalis-Institut du Végétal, Chambres d'agriculture de Poitou-Charentes

Minéralisation de l'humus (Mh) =

4

5 - Minéralisation nette due à un retournement de prairie (Mhp)

La valeur du poste Mhp (en kgN/ha) dépend de la période de destruction de la prairie et de l'âge de la prairie:

Destruction de printemps		Age de la prairie				
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture post destruction	1	20	60	100	120	140
	2	0	0	25	35	40
	3	0	0	0	0	0

Destruction d'automne		Age de la prairie				
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture post destruction	1	10	30	50	60	70
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0

Source: COMIFER

Minéralisation nette due à un retournement de prairies (Mhp) = 5

6 – Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr)

Le tableau suivant donne la valeur de Mr (en kgN/ha) selon la nature de la culture précédente:

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales pailles enfouies	-20	-10
Céréales pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	0
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+1	40	30
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+2	20	20
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain	-10	0
Pois protéagineux	20	10
Prairie	0	0
Pois, Haricots de conserve	20	10
Pomme de terre	20	10
Tournesol	-10	0
Ray-Grass dérobé	-30	0
Soja	20	10
Jachère	cf. tableau suivant	cf. tableau suivant

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source: COMIFER

Le tableau suivant donne la minéralisation nette des résidus de jachère précédente (en kgN/ha):

Type de jachère (espèce dominante)	Age	Période de destruction / 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

Source: COMIFER

Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr) =

6

7 - Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi)

Pour les cultures d'hiver : Le poste MrCi est négligeable donc **MrCi = 0**.

Pour les cultures de printemps : Les valeurs du poste MrCi sont données dans le tableau ci-dessous en kgN/ha:

Espèce	Production de la culture intermédiaire (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction Nov/Déc	Destruction Janvier et au delà	Destruction Nov/Déc	Destruction Janvier et au delà
Crucifères (moutarde, radis...)	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine...	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Graminées de type ray grass	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Légumineuses	≤ 1	10	20	5	10
	2 (>1 et <3)	20	30	10	20
	≥ 3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (phacélie)	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Mélanges graminées-légumineuses	≤ 1	5	13	3	5
	2 (>1 et <3)	13	20	5	13
	≥ 3	20	28	13	20
Mélanges crucifères-légumineuses	≤ 1	8	15	3	8
	2 (>1 et <3)	15	23	8	15
	≥ 3	23	30	15	23

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source: COMIFER

Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi) =

7

8 - Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

A défaut d'analyse, la teneur en azote de l'eau d'irrigation est fixée à 40 mg/L (valeur de concentration référence pour le zonage en zone vulnérable).

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue à partir de l'équation suivante:

$$\text{Nirr} = (V/100) * (C/4,43)$$

avec:

V: quantité d'eau apportée en mm

C: concentration de l'eau en nitrate en mg NO₃/l

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau apportée est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Le tableau suivant permet de faire la correspondance entre la hauteur d'eau apportée et le nombre d'unités d'azote correspondant, sur la base de l'équation ci dessus :

Hauteur d'eau apportée (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apportée (kgN/ha)	9	11	13	14	16	18	20	22

L'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/l à condition de la justifier par les résultats d'analyse de son eau d'irrigation.

Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette devra être faite pendant la période d'irrigation.

Une feuille déclarative devra être mise en place par l'exploitant pour servir en cas de contrôle.

Azote apportée par l'eau d'irrigation (Nirr) = 8

9 - Azote de la fraction minérale d'un engrais organique (effet direct) (Xa)

La valeur du poste Xa (en kgN/ha) est donnée par le calcul suivant :

$$\text{Xa} = \text{Teneur (kgN/t)} * \text{Keq} * \text{Q effluent épandu (t/ha)}$$

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type d'effluent sont définies dans l'annexe 12.

Les coefficients d'équivalence sont définis dans l'annexe 12.

Xa = teneur * Keq * quantité épandue = 9

10 - Reliquat post-récolte – Azote présent dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Le tableau suivant donne la valeur de Rf (en kgN/ha) en fonction des types de sols:

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires		15	15	20
Sols sur craie Nord Vienne		15	15	20
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		15	15	20
Terres rouges à chataigniers		15	20	30
Limons battants		15	20	30
Sols sablo-argileux hydromorphes		15	20	
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée			30	40
Sols de terrasses de vallée		15	20	30
Sols sableux		5	10	15
Sols limonoargileux		15	20	30
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		15	20	30
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		15	20	30

Source: Arvalis-Institut du Végétal

Azote dans le sol à la fermeture du bilan (Rf) =

10

11 – Fourniture du sol pour l'équation [2] (Po)

Le poste fourniture du sol Po intègre la contribution en azote du sol ainsi que l'arrière effet des retournements de prairie

▪ Contribution en azote du sol (en kgN/ha)

Réserve Utile (RU) des sols	Sols superficiels RU < 80 mm		Sols moyennement profonds 80 mm ≤ RU ≤ 120 mm		Sols profonds RU > 120 mm	
	< 350 mm entre le 1/10 et le 1/03	> 350 mm entre le 1/10 et le 1/03	< 400 mm entre le 1/10 et le 1/03	> 400 mm entre le 1/10 et le 1/03	< 400 mm entre le 1/10 et le 1/03	> 400 mm entre le 1/10 et le 1/03
Blé	65	50	85	70	105	90
Céréale semée au printemps	50	35	60	45	70	55

Source: Chambre d'Agriculture de la Vienne

▪ **Arrière effet des retournements de prairies (en kgN/ha)**

		Age de la prairie			
		- de 2 ans	2 à 3 ans	4 à 5 ans	6 à 10 ans
Année du retournement	Retournement au printemps suivi d'une culture de printemps	15	45	70	85
	Retournement à l'automne suivi d'une culture d'hiver	10	20	35	45
Année suivant le retournement	Après une culture de printemps	0	0	20	25
	Après une culture d'hiver	0	0	0	0

Source: Chambre d'Agriculture de la Vienne

Fourniture du sol (Po) = 11

Calcul de l'apport minéral en engrais de synthèse = X

Rappel des équations retenues:

Tous types de sol

$$X = Pf - Pi - Ri - Mh - Mhp - Mr - MrCi - Nirr - Xa + Rf \quad [1]$$

Soit à partir des postes précédemment établis :

$$X = \boxed{} \textcircled{1} - \boxed{} \textcircled{2} - \boxed{} \textcircled{3} - \boxed{} \textcircled{4} - \boxed{} \textcircled{5} \\ - \boxed{} \textcircled{6} - \boxed{} \textcircled{7} - \boxed{} \textcircled{8} - \boxed{} \textcircled{9} + \boxed{} \textcircled{10}$$

Sols argilo-calcaires et terres rouges à châtaigniers

$$X = [(Pf - Po - Mr - MrCi - Nirr) / CAU] - Xa \quad [2]$$

La valeur du CAU est de 0,8.

$$X = \left[\left(\boxed{} \textcircled{1} - \boxed{} \textcircled{11} - \boxed{} \textcircled{6} - \boxed{} \textcircled{7} \right. \right. \\ \left. \left. - \boxed{} \textcircled{8} \right) / 0,8 \right] - \boxed{} \textcircled{9}$$

Dans le cas d'un bilan calculé entre 0 et 30 kgN/ha, la dose prévisionnelle à apporter peut être de 30 kg N/ha car il est difficile d'épandre une dose plus faible avec précision.
Dans le cas d'un bilan négatif, aucun engrais ne doit être apporté.

Volatilisation ammoniacale aux dépens des engrais minéraux

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote, qui se place dans la configuration « potentielle » d'efficacité maximale de l'engrais azoté, **ne doit pas tenir compte de la volatilisation ammoniacale des engrais minéraux**. La prise en compte de cette perte, potentiellement très variable, n'intervient pas *a priori* dans le calcul prévisionnel de l'apport total mais fait l'objet d'une analyse de risque à chaque apport pour :

1. Eviter ou réduire la perte ammoniacale par des pratiques adaptées

D'une manière générale, toutes les pratiques culturales qui tendent à maximiser l'efficacité de l'azote apporté (maximisation du coefficient d'utilisation de l'azote) doivent être privilégiées avant de recourir à une majoration de dose. Une liste de ces pratiques est disponible sur le site du COMIFER (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html>)

2. Utiliser une grille d'évaluation du risque avant chaque apport d'azote.

Lorsqu'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tel que l'urée et la solution azotée est apporté en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, une grille d'évaluation du risque de perte d'efficacité permet d'ajuster l'apport prévu en appliquant une majoration de 0 à 15% à cet apport. Cette grille, disponible sur le site Internet du COMIFER (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html>) est utilisable avant chaque apport.

Dans les cas d'apport en plein en cours de culture, sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, d'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tel que l'urée et la solution azotée, cette grille sera considérée comme un « outil de pilotage de la fertilisation » au sens du 3° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 (et de l'article 10 du présent arrêté) et peut donc être utilisée pour justifier d'un apport supérieur à la dose prévisionnelle calculée (dans la limite de la majoration de dose que la grille indique). L'agriculteur devra alors produire la grille d'évaluation de l'apport ayant fait l'objet d'une majoration et les justificatifs prouvant qu'il s'agissait d'un apport en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration.

Annexe 3 : Fertilisation du maïs (grain et ensilage) et du sorgho

Cette fiche a été définie dans le cadre des travaux du groupe régional d'expertise nitrates. Elle correspond à une adaptation de la méthode du bilan azote telle que développée par le COMIFER, à partir des références scientifiques disponibles en Poitou-Charentes.

Équations bilan de fertilisation azotée retenues :

Tous types de sol

$$X = Pf - Pi - Ri - Mh - Mhp - Mr - MrCi - Nirr - Xa + Rf \quad [1]$$

X: Fertilisation azotée minérale

Pf: Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

Ri: Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan

Mh: Minéralisation nette de l'humus du sol

Mr: Minéralisation nette des résidus de récolte

Mhp: Minéralisation nette due à un retournement de prairie

MrCi: Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr: Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa: équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

Rf: Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan

Sols argilo-calcaires et terres rouges à châtaigniers

$$X = [(Pf - Po - Mr - MrCi - Nirr) / CAU] - Xa \quad [2]$$

X: Fertilisation azotée minérale

Pf: Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

Po: Fourniture du sol

Mr: Minéralisation nette des résidus de récolte

MrCi: Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr: Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa: Equivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

CAU: Coefficient Apparent d'Utilisation de l'azote

Pour les sols argilo-calcaires et les terres rouges à châtaigniers, l'équation [2] peut être utilisée. Les valeurs des paramètres Pf, Mr, MrCi, Nirr et Xa sont les mêmes que pour l'équation [1].

1 - Calcul des besoins de la culture ($Pf = b \times y$)

- **b : Besoin d'azote par unité de production**

Maïs grain		Maïs fourrage		Maïs semence	
Objectif de rendement (q/ha)	Valeur de b (kgN/q)	Objectif de rendement (tMS/ha)	Valeur de b (kgN/q)	Objectif de rendement (q/ha) Variété femelle	Valeur de b (kgN/q)
< 100	2,3	<12	14	< 35	4
[100; 120]	2,2	[12; 18]	13	[35; 40[3,5
> 120	2,1	> 18	12	[40; 50[3
				≥ 50	2,5

Source: Arvalis-Institut du Végétal – 2012

Pour le maïs semence, les besoins unitaires b doivent être divisés par le Coefficient d'Occupation par les Femelles (COF) :

Dispositif de semis	6x3	6x2	4x2 normal	4x2 réduit	4x3	2x1x2x2 réduit	2x2	Inter planting	Semences de base
COF	0,75	0,77	0,69	0,71	0,67	0,63	0,57	1	1

Source: Arvalis-Institut du Végétal – 2012

Pour le sorgho grain, le besoin est de **2,4 kgN/q**.

- **y : objectif de rendement**

En cas d'historique de rendements disponible sur l'exploitation :

L'objectif de rendement correspond à la moyenne des rendements réalisés par l'exploitation pour la culture (et pour des conditions comparables de sol) au cours des 5 dernières années en excluant les deux valeurs extrêmes.

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'installation, l'exploitant peut prendre les références de son prédécesseur.

S'il manque une de ces cinq valeurs, il est possible de remonter à la sixième année ou de se limiter aux quatre dernières campagnes et procéder à la moyenne selon la même règle (exclusion des valeurs extrêmes).

Valeurs par défaut, en cas d'absence d'historique de rendements disponibles sur l'exploitation (en q/ha) :

Mais grain en sec (q/ha)

Série 13 – Indice 320 à 400

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires				80
Sols sur craie Nord Vienne		70	80	90
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		70	80	90
Terres rouges à chataigniers		70	80	90
Limons battants		70	80	90
Sols sablo-argileux hydromorphes			75	
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée			90	100
Sols de terrasses de vallée		70	80	90
Sols sableux				
Sols limonoargileux		70	80	90
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		70	80	90
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		70	80	90

Série 14 – Indice 400 à 500

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires				
Sols sur craie Nord Vienne		70	80	90
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		70	80	90
Terres rouges à chataigniers		70	80	90
Limons battants		70	80	90
Sols sablo-argileux hydromorphes			75	
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée				
Sols de terrasses de vallée				
Sols sableux				
Sols limonoargileux		70	80	90
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		70	80	90
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss				

Série 15 – Indice > 500

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires				
Sols sur craie Nord Vienne				
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		70	80	90
Terres rouges à chataigniers				
Limons battants				
Sols sablo-argileux hydromorphes				

Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée			
Sols de terrasses de vallée			
Sols sableux			
Sols limonoargileux	70	80	90
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss	70	80	90
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss			

Maïs grain irrigué (q/ha)

Série 13 – Indice 320 à 400

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires		105	110	115
Sols sur craie Nord Vienne		115	120	125
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime				
Terres rouges à chataigniers		115	120	125
Limons battants		105	110	115
Sols sablo-argileux hydromorphes				
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée				
Sols de terrasses de vallée				
Sols sableux		105	110	115
Sols limonoargileux		115	120	125
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		115	120	125
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss				

Série 14 – Indice 400 à 500

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires		110	115	120
Sols sur craie Nord Vienne				
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		115	120	125
Terres rouges à chataigniers		115	120	125
Limons battants		105	110	115
Sols sablo-argileux hydromorphes				
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée				
Sols de terrasses de vallée				
Sols sableux		105	110	115
Sols limonoargileux		115	120	125
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		115	120	125
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss				

Série 15 – Indice > 500

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires		115	120	125
Sols sur craie Nord Vienne				
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		120	125	125
Terres rouges à chataigniers				
Limons battants		110	115	120
Sols sablo-argileux hydromorphes				
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée				
Sols de terrasses de vallée				
Sols sableux		110	115	120
Sols limonoargileux		115	120	125
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		115	120	125
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss				

Maïs semence (q/ha)

Charente	Charente-Maritime	Deux-Sèvres	Vienne
35	35	35	35

Maïs ensilage (tMS/ha)

Charente	Charente-Maritime	Deux-Sèvres	Vienne
9,9	11,8	11,4	11,0

Sorgho grain (q/ha)

Charente	Charente-Maritime	Deux-Sèvres	Vienne
52	56	53	53

Besoins de la culture (Pf) = besoin unitaire(b)x objectif de rendement (y)= 1

2 - Azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi)

Le paramètre Pi est nul pour les cultures implantées au printemps ou à l'été.

Azote absorbé a l'ouverture du bilan (Pi) = 2

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

Pour la détermination du reliquat azoté à l'ouverture du bilan l'agriculteur peut par ordre de priorité:

- mesurer le reliquat sortie hiver sur la parcelle ou sur une parcelle de l'exploitation tout à fait comparable (comme prévu par l'arrêté du 19 décembre 2011),
- utiliser les références contenues dans les modèles dynamiques (estimation du reliquat sortie hiver),
- utiliser des références locales annuelles d'accès publics ou privés fournies par les chambres d'agriculture ou les coopératives.

Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri) =

3

4 – Minéralisation de l'humus (Mh)

Le terme Mh (en kgN/ha) dépend du type de culture, du type de sol et du type d'exploitation afin d'intégrer l'influence de la fertilisation organique.

1) Maïs et sorgho en sec

Type de sol	Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
			Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires		40	45	50	55
Sols sur craie Nord Vienne		40	45	50	55
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		40	45	50	55
Terres rouges à chataigniers		50	50	65	75
Limons battants		50	50	65	75
Sols sablo-argileux hydromorphes		50	50	65	75
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée		75	85	85	90
Sols de terrasses de vallée		50	50	65	75
Sols sableux		70	75	80	85
Sols limonoargileux		50	50	65	75
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		50	50	65	75
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		40	40	45	45

Source: Arvalis-Institut du Végétal, Chambres d'agriculture de Poitou-Charentes

2) Maïs et sorgho irrigué

Type de sol	Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
			Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires		60	65	70	75
Sols sur craie Nord Vienne		60	65	70	75
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		60	65	70	75
Terres rouges à chataigniers		70	70	80	90
Limons battants		70	70	80	90
Sols sablo-argileux hydromorphes		70	70	80	90
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée					
Sols de terrasses de vallée		70	70	80	90
Sols sableux		80	85	90	95
Sols limonoargileux		70	70	80	90
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		70	70	80	90
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		60	65	70	75

Source: Arvalis-Institut du Végétal, Chambres d'agriculture de Poitou-Charentes

Minéralisation de l'humus (Mh) = 4

5 - Minéralisation nette due à un retournement de prairie (Mhp)

La valeur du poste Mhp (en kgN/ha) dépend de la période de destruction de la prairie et de l'âge de la prairie:

Destruction de printemps		Age de la prairie				
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture post destruction	1	20	60	100	120	140
	2	0	0	25	35	40
	3	0	0	0	0	0

Destruction d'automne		Age de la prairie				
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture post destruction	1	10	30	50	60	70
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0

Source: COMIFER

Minéralisation nette due à un retournement de prairies (Mhp) = 5

6 – Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr)

Le tableau suivant donne la valeur de Mr (en kgN/ha) selon la nature de la culture précédente:

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales pailles enfouies	-20	-10
Céréales pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	0
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+1	40	30
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+2	20	20
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain	-10	0
Pois protéagineux	20	10
Prairie	0	0
Pois, Haricots de conserve	20	10
Pomme de terre	20	10
Tournesol	-10	0
Ray-Grass dérobé	-30	0
Soja	20	10
Jachère	cf. tableau suivant	cf. tableau suivant

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source: COMIFER

Le tableau suivant donne la minéralisation nette des résidus de jachère précédente (en kgN/ha):

Type de jachère (espèce dominante)	Age	Période de destruction / 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

Source: COMIFER

Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr) = 6

7 - Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi)

Les valeurs du poste MrCi sont données dans le tableau ci-dessous en kgN/ha:

Espèce	Production de la culture intermédiaire (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction Nov/Déc	Destruction Janvier et au delà	Destruction Nov/Déc	Destruction Janvier et au delà
Crucifères (moutarde, radis...)	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine...	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Graminées de type ray grass	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Légumineuses	≤ 1	10	20	5	10
	2 (>1 et <3)	20	30	10	20
	≥ 3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (phacélie)	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Mélanges graminées-légumineuses	≤ 1	5	13	3	5
	2 (>1 et <3)	13	20	5	13
	≥ 3	20	28	13	20
Mélanges crucifères-légumineuses	≤ 1	8	15	3	8
	2 (>1 et <3)	15	23	8	15
	≥ 3	23	30	15	23

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source: COMIFER

Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi) = 7

8 - Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

A défaut d'analyse, la teneur en azote de l'eau d'irrigation est fixée à 40 mg/L (valeur de concentration référence pour le zonage en zone vulnérable).

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue à partir de l'équation suivante:

$$\text{Nirr} = (V/100) * (C/4,43)$$

avec:

V: quantité d'eau apportée en mm

C: concentration de l'eau en nitrate en mg NO₃/l

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau apportée est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Le tableau suivant permet de faire la correspondance entre la hauteur d'eau apportée et le nombre d'unités d'azote correspondant, sur la base de l'équation ci dessus :

Hauteur d'eau apportée (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apportée (kgN/ha)	9	11	13	14	16	18	20	22

L'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/l à condition de la justifier par les résultats d'analyse de son eau d'irrigation.

Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette devra être faite pendant la période d'irrigation.

Une feuille déclarative devra être mise en place par l'exploitant pour servir en cas de contrôle.

Azote apportée par l'eau d'irrigation (Nirr) = 8

9 - Azote de la fraction minérale d'un engrais organique (effet direct) (Xa)

La valeur du poste Xa (en kgN/ha) donnée par le calcul suivant :

$$\text{Xa} = \text{Teneur (kgN/t)} * \text{Keq} * \text{Q effluent épandu (t/ha)}$$

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type d'effluent sont définies dans l'annexe 12.

Les coefficients d'équivalence sont définis dans l'annexe 12.

Xa = teneur * Keq * quantité épandue = 9

10 - Reliquat post-récolte – Azote présent dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Le tableau suivant donne la valeur de Rf (en kgN/ha) en fonction des types de sols:

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires		15	15	20
Sols sur craie Nord Vienne		15	15	20
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		15	15	20
Terres rouges à chataigniers		15	20	30
Limons battants		15	20	30
Sols sablo-argileux hydromorphes		15	20	
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée			30	40
Sols de terrasses de vallée		15	20	30
Sols sableux		5	10	15
Sols limonoargileux		15	20	30
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		15	20	30
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		15	20	30

Source: Arvalis-Institut du Végétal

Azote dans le sol à la fermeture du bilan (Rf) =

10

11 – Fourniture du sol pour l'équation [2] (Po)

Le poste fourniture du sol Po intègre la contribution en azote du sol ainsi que l'arrière effet des retournements de prairie

▪ Contribution en azote du sol (en kgN/ha)

Réserve Utile (RU) des sols	Sols superficiels RU < 80 mm		Sols moyennement profonds 80 mm ≤ RU ≤ 120 mm		Sols profonds RU > 120 mm	
	< 350 mm entre le 1/10 et le 1/03	> 350 mm entre le 1/10 et le 1/03	< 400 mm entre le 1/10 et le 1/03	> 400 mm entre le 1/10 et le 1/03	< 400 mm entre le 1/10 et le 1/03	> 400mm entre le 1/10 et le 1/03
Maïs	75	60	85	70	95	80

Source: Chambre d'Agriculture de la Vienne

▪ **Arrière effet des retournements de prairies (en kgN/ha)**

		Age de la prairie			
		- de 2 ans	2 à 3 ans	4 à 5 ans	6 à 10 ans
Année du retournement	Retournement au printemps suivi d'une culture de printemps	15	45	70	85
	Retournement à l'automne suivi d'une culture d'hiver	10	20	35	45
Année suivant le retournement	Après une culture de printemps	0	0	20	25
	Après une culture d'hiver	0	0	0	0

Source: Chambre d'Agriculture de la Vienne

Fourniture du sol (Po) = 11

Calcul de l'apport minéral en engrais de synthèse = X

Rappel des équations retenues:

Tous types de sol

$$X = Pf - Pi - Ri - Mh - Mhp - Mr - MrCi - Nirr - Xa + Rf \quad [1]$$

Soit à partir des postes précédemment établis :

$$X = \boxed{} \textcircled{1} - \boxed{0} \textcircled{2} - \boxed{} \textcircled{3} - \boxed{} \textcircled{4} - \boxed{} \textcircled{5} \\ - \boxed{} \textcircled{6} - \boxed{} \textcircled{7} - \boxed{} \textcircled{8} - \boxed{} \textcircled{9} + \boxed{} \textcircled{10}$$

Sols argilo-calcaires et terres rouges à châtaigniers

$$X = [(Pf - Po - Mr - MrCi - Nirr) / CAU] - Xa \quad [2]$$

La valeur du CAU est de 0,8.

$$X = [(\boxed{} \textcircled{1} - \boxed{} \textcircled{11} - \boxed{} \textcircled{6} - \boxed{} \textcircled{7} \\ - \boxed{} \textcircled{8}) / 0,8] - \boxed{} \textcircled{9}$$

Dans le cas d'un bilan calculé entre 0 et 30 kgN/ha, la dose prévisionnelle à apporter peut être de 30 kg N/ha car il est difficile d'épandre une dose plus faible avec précision.

Dans le cas d'un bilan négatif, aucun engrais ne doit être apporté.

Volatilisation ammoniacale aux dépens des engrais minéraux

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote, qui se place dans la configuration « potentielle » d'efficacité maximale de l'engrais azoté, **ne doit pas tenir compte de la volatilisation ammoniacale des engrais minéraux**. La prise en compte de cette perte, potentiellement très variable, n'intervient pas *a priori* dans le calcul prévisionnel de l'apport total mais fait l'objet d'une analyse de risque à chaque apport pour :

1. Eviter ou réduire la perte ammoniacale par des pratiques adaptées

D'une manière générale, toutes les pratiques culturales qui tendent à maximiser l'efficacité de l'azote apporté (maximisation du coefficient d'utilisation de l'azote) doivent être privilégiées avant de recourir à une majoration de dose. Une liste de ces pratiques est disponible sur le site du COMIFER (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html>)

2. Utiliser une grille d'évaluation du risque avant chaque apport d'azote.

Lorsqu'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tel que l'urée et la solution azotée est apporté en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, une grille d'évaluation du risque de perte d'efficacité permet d'ajuster l'apport prévu en appliquant une majoration de 0 à 15% à cet apport. Cette grille, disponible sur le site Internet du COMIFER (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html>) est utilisable avant chaque apport.

Dans les cas d'apport en plein en cours de culture, sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, d'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tel que l'urée et la solution azotée, cette grille sera considérée comme un « outil de pilotage de la fertilisation » au sens du 3° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 (et de l'article 10 du présent arrêté) et peut donc être utilisée pour justifier d'un apport supérieur à la dose prévisionnelle calculée (dans la limite de la majoration de dose que la grille indique). L'agriculteur devra alors produire la grille d'évaluation de l'apport ayant fait l'objet d'une majoration et les justificatifs prouvant qu'il s'agissait d'un apport en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration.

Annexe 4 : Fertilisation du colza

Cette fiche a été définie dans le cadre des travaux du groupe régional d'expertise nitrates. Elle correspond à une adaptation de la méthode du bilan azote telle que développée par le COMIFER, à partir des références scientifiques disponibles en Poitou-Charentes.

Équations bilan de fertilisation azotée retenues :

Tous types de sol

$$X = Pf - Pi - Ri - Mh - Mhp - Mr - MrCi - Nirr - Xa + Rf \quad [1]$$

X: Fertilisation azotée minérale

Pf: Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

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

Mh: Minéralisation nette de l'humus du sol

Mr: Minéralisation nette des résidus de récolte

Mhp: Minéralisation nette due à un retournement de prairie

MrCi: Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr: Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa: équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

Rf: Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan

Sols argilo-calcaires et terres rouges à châtaigniers

$$X = [(Pf - Po - Mr - MrCi - Nirr) / CAU] - Xa \quad [2]$$

X: Fertilisation azotée minérale

Pf: Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

Po: Fourniture du sol

Mr: Minéralisation nette des résidus de récolte

MrCi: Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr: Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa: Equivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

CAU: Coefficient Apparent d'Utilisation de l'azote

Pour les sols argilo-calcaires et les terres rouges à châtaigniers, l'équation [2] peut être utilisée. Les valeurs des paramètres Pf, Mr, MrCi, Nirr et Xa sont les mêmes que pour l'équation [1].

1 - Calcul des besoins de la culture ($P_f = b \times y$)

- **b : Besoin d'azote par unité de production**

Pour le colza, le besoin d'azote est de **6,5 kgN/q**.

- **y : objectif de rendement**

En cas d'historique de rendements disponible sur l'exploitation :

L'objectif de rendement correspond à la moyenne des rendements réalisés par l'exploitation pour la culture (et pour des conditions comparables de sol) au cours des 5 dernières années en excluant les deux valeurs extrêmes.

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'installation, l'exploitant peut prendre les références de son prédécesseur.

S'il manque une de ces cinq valeurs, il est possible de remonter à la sixième année ou de se limiter aux quatre dernières campagnes et procéder à la moyenne selon la même règle (exclusion des valeurs extrêmes).

Valeurs par défaut, en cas d'absence d'historique de rendements disponibles sur l'exploitation (q/ha) :

Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
28	32	37

Besoins de la culture (P_f) = besoin unitaire(b)x objectif de rendement (y) =

1

2 - Azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (P_i)

L'azote absorbé par le colza à l'ouverture du bilan est calculé à partir du poids frais.

Le poids frais peut être estimé par une méthode de pesée en vert ou par une méthode visuelle selon une grille photographique établies par le CETIOM.

La méthode par pesée est recommandée par le CETIOM.

Méthode par pesée

Ci-dessous la procédure à suivre pour réaliser un bon prélèvement et une bonne mesure :

- délimiter 2 à 4 placettes de 1 m² chacune, représentatives de la parcelle (attention, bien prendre en compte la largeur de l'entre-rangs),
- prélever les plantes, lorsque la végétation est ressuyée (en absence de rosée ou de pluie)

- couper les plantes au niveau du collet, au ras du sol
- prélever en entrée et en sortie d'hiver. Dans les régions froides, faire la pesée entrée d'hiver avant la destruction des feuilles par le gel. A la sortie d'hiver, prélever juste avant la date prévue du 1^{er} apport d'azote au printemps : courant janvier dans le Sud, et courant février dans le Nord.
- peser les plantes fraîchement coupées sur chaque placette sans séchage.
- La valeur de poids frais (PF) sera calculée de la façon suivante :
- Si le poids frais à la sortie de l'hiver (PF-SH) est supérieur ou égal au poids frais entrée hiver (PF-EH), alors $PF = PF-SH$
- Si le poids frais à la sortie de l'hiver est inférieur au poids frais entrée hiver, alors $PF = (PF-EH + PF-SH)/2$ (pour tenir compte du fait qu'une partie de l'azote tombé au sol pendant l'hiver via les feuilles vertes gelées est minéralisé et réabsorbé par la culture en place).

Parcelles hétérogènes

Si la parcelle comprend plusieurs zones avec des densités ou des niveaux de croissance très différents, il est intéressant de réaliser la même opération sur chacune de ces zones (2 à 4 placettes par zone).

Méthode visuelle

L'observation des parcelles à la sortie d'hiver et les photos suivantes permettent d'estimer le poids frais du colza. Toutefois, cette méthode est moins précise que la méthode par pesée, notamment au delà d'1 kg/m².

Un coefficient permet la conversion en kg d'azote par hectare, celui-ci diffère en fonction de la région : Il est de 65 en Poitou-Charentes

Pi colza = Poids frais (en kg/m²) * Coefficient

Méthode visuelle	Correspondance méthode par pesée (poids frais en kg/m ²)	Pi en kg d'azote par hectare
	0,2	13
	0,4	26
	1,0	65
	1,4	91
	2,0	130

Source: CETIOM

Le poids frais peut également être estimé par télédétection satellitale (par exemple, méthode Farmstar et autres)

Azote absorbé a l'ouverture du bilan (Pi) =

2

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

Pour la détermination du reliquat azoté à l'ouverture du bilan l'agriculteur peut par ordre de priorité:

- mesurer le reliquat sortie hiver sur la parcelle ou sur une parcelle de l'exploitation tout à fait comparable (comme prévu par l'arrêté du 19 décembre 2011),
- utiliser les références contenues dans les modèles dynamiques (estimation du reliquat sortie hiver),
- utiliser des références locales annuelles d'accès publics ou privés fournies par les chambres d'agriculture ou les coopératives.

Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri) = 3

4 – Minéralisation de l'humus (Mh)

Le terme Mh (en kgN/ha) dépend du type de sol et du type d'exploitation afin d'intégrer l'influence de la fertilisation organique.

Type de sol	Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
			Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires		30	35	40	45
Sols sur craie Nord Vienne		30	35	40	45
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		30	35	40	45
Terres rouges à chataigniers		35	40	45	50
Limons battants		35	40	45	50
Sols sablo-argileux hydromorphes		35	40	45	50
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée		45	50	50	60
Sols de terrasses de vallée		30	35	40	45
Sols sableux		35	40	45	50
Sols limonoargileux		35	40	45	50
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		35	40	45	50
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		40	40	45	45

Source: Arvalis-Institut du Végétal, Chambres d'agriculture de Poitou-Charentes

Minéralisation de l'humus (Mh) = 4

5 - Minéralisation nette due à un retournement de prairie (Mhp)

La valeur du poste Mhp (en kgN/ha) dépend de la période de destruction de la prairie et de l'âge de la prairie:

Destruction de printemps		Age de la prairie				
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture post destruction	1	20	60	100	120	140
	2	0	0	25	35	40
	3	0	0	0	0	0

Destruction d'automne		Age de la prairie				
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture post destruction	1	10	30	50	60	70
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0

Source: COMIFER

Minéralisation nette due à un retournement de prairies (Mhp) =

5

6 – Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr)

Le tableau suivant donne la valeur de Mr (en kgN/ha) selon la nature de la culture précédente:

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales pailles enfouies	-20	-10
Céréales pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	0
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+1	40	30
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+2	20	20
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain	-10	0
Pois protéagineux	20	10
Prairie	0	0
Pois, Haricots de conserve	20	10
Pomme de terre	20	10
Tournesol	-10	0
Ray-Grass dérobé	-30	0
Soja	20	10
Jachère	cf. tableau suivant	cf. tableau suivant

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source: COMIFER

Le tableau suivant donne la minéralisation nette des résidus de jachère précédente (en kgN/ha):

Type de jachère (espèce dominante)	Age	Période de destruction / 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

Source: COMIFER

Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr) = 6

7 – Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi)

Pour le colza, le poste MrCi est considéré comme nul.

Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi) = 7

8 - Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

L'irrigation du colza étant exceptionnelle, les apports d'azote sous cette forme sont négligés.

Azote apportée par l'eau d'irrigation (Nirr) = 8

9 - Azote de la fraction minérale d'un engrais organique (effet direct) (Xa)

La valeur du poste Xa (en kgN/ha) donnée par le calcul suivant :

$$Xa = \text{Teneur (kgN/t)} * Keq * Q \text{ effluent épandu (t/ha)}$$

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type d'effluent sont définies dans l'annexe 12.

Les coefficients d'équivalence sont définis dans l'annexe 12.

Xa = teneur * Keq * quantité épandue = 9

10 - Reliquat post-récolte – Azote présent dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Le tableau suivant donne la valeur de Rf (en kgN/ha) en fonction des types de sols:

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires		15	15	20
Sols sur craie Nord Vienne		15	15	20
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		15	15	20
Terres rouges à chataigniers		15	20	30
Limons battants		15	20	30
Sols sablo-argileux hydromorphes		15	20	
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée			30	40
Sols de terrasses de vallée		15	20	30
Sols sableux		5	10	15
Sols limonoargileux		15	20	30
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		15	20	30
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		15	20	30

Source: Arvalis-Institut du Végétal

Azote dans le sol à la fermeture du bilan (Rf) =

10

11 – Fourniture du sol pour l'équation [2] (Po)

Le poste fourniture du sol Po intègre la contribution en azote du sol ainsi que l'arrière effet des retournements de prairie

- **Contribution en azote du sol (en kgN/ha)**

Pour le colza, la contribution en azote du sol est estimée en fonction du stade de développement de la culture à la sortie de l'hiver

Développement du colza	Petit		Moyen		Gros	
	< 350 mm	> 350 mm	< 350 mm	> 350 mm	< 350 mm	> 350 mm
Pluviométrie du 1/10 au 1/03						
Contribution en azote du sol	100	85	130	115	160	145

Source: Chambre d'Agriculture de la Vienne

▪ **Arrière effet des retournements de prairies (en kgN/ha)**

		Age de la prairie			
		- de 2 ans	2 à 3 ans	4 à 5 ans	6 à 10 ans
Année du retournement	Retournement au printemps suivi d'une culture de printemps	15	45	70	85
	Retournement à l'automne suivi d'une culture d'hiver	10	20	35	45
Année suivant le retournement	Après une culture de printemps	0	0	20	25
	Après une culture d'hiver	0	0	0	0

Source: Chambre d'Agriculture de la Vienne

Fourniture du sol (Po) = 11

Calcul de l'apport minéral en engrais de synthèse = X

Rappel des équations retenues:

Tous types de sol

$$X = Pf - Pi - Ri - Mh - Mhp - Mr - MrCi - Nirr - Xa + Rf \quad [1]$$

Soit à partir des postes précédemment établis :

$$X = \boxed{} \textcircled{1} - \boxed{} \textcircled{2} - \boxed{} \textcircled{3} - \boxed{} \textcircled{4} - \boxed{} \textcircled{5} \\ - \boxed{} \textcircled{6} - \boxed{0} \textcircled{7} - \boxed{0} \textcircled{8} - \boxed{} \textcircled{9} + \boxed{} \textcircled{10}$$

Sols argilo-calcaires et terres rouges à châtaigniers

$$X = [(Pf - Po - Mr - MrCi - Nirr) / CAU] - Xa \quad [2]$$

La valeur du CAU est de 0,8.

$$X = [(\boxed{} \textcircled{1} - \boxed{} \textcircled{11} - \boxed{} \textcircled{6} - \boxed{0} \textcircled{7} \\ - \boxed{0} \textcircled{8}) / 0,8] - \boxed{} \textcircled{9}$$

Dans le cas d'un bilan calculé entre 0 et 30 kgN/ha, la dose prévisionnelle à apporter peut être de 30 kg N/ha car il est difficile d'épandre une dose plus faible avec précision.

Dans le cas d'un bilan négatif, aucun engrais ne doit être apporté.

Volatilisation ammoniacale aux dépens des engrais minéraux

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote, qui se place dans la configuration « potentielle » d'efficacité maximale de l'engrais azoté, **ne doit pas tenir compte de la volatilisation ammoniacale des engrais minéraux**. La prise en compte de cette perte, potentiellement très variable, n'intervient pas *a priori* dans le calcul prévisionnel de l'apport total mais fait l'objet d'une analyse de risque à chaque apport pour :

1. Eviter ou réduire la perte ammoniacale par des pratiques adaptées

D'une manière générale, toutes les pratiques culturales qui tendent à maximiser l'efficacité de l'azote apporté (maximisation du coefficient d'utilisation de l'azote) doivent être privilégiées avant de recourir à une majoration de dose. Une liste de ces pratiques est disponible sur le site du COMIFER (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html>)

2. Utiliser une grille d'évaluation du risque avant chaque apport d'azote.

Lorsqu'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tel que l'urée et la solution azotée est apporté en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, une grille d'évaluation du risque de perte d'efficacité permet d'ajuster l'apport prévu en appliquant une majoration de 0 à 15% à cet apport. Cette grille, disponible sur le site Internet du COMIFER (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html>) est utilisable avant chaque apport.

Dans les cas d'apport en plein en cours de culture, sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, d'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tel que l'urée et la solution azotée, cette grille sera considérée comme un « outil de pilotage de la fertilisation » au sens du 3° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 (et de l'article 10 du présent arrêté) et peut donc être utilisée pour justifier d'un apport supérieur à la dose prévisionnelle calculée (dans la limite de la majoration de dose que la grille indique). L'agriculteur devra alors produire la grille d'évaluation de l'apport ayant fait l'objet d'une majoration et les justificatifs prouvant qu'il s'agissait d'un apport en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration.

Annexe 5 : Fertilisation du tournesol

Cette fiche a été définie dans le cadre des travaux du groupe régional d'expertise nitrates. Elle correspond à une adaptation de la méthode du bilan azote telle que développée par le COMIFER, à partir des références scientifiques disponibles en Poitou-Charentes.

Équations bilan de fertilisation azotée retenues :

Tous types de sol

$$X = Pf - Pi - Ri - Mh - Mhp - Mr - MrCi - Nirr - Xa + Rf \quad [1]$$

X: Fertilisation azotée minérale

Pf: Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

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

Mh: Minéralisation nette de l'humus du sol

Mr: Minéralisation nette des résidus de récolte

Mhp: Minéralisation nette due à un retournement de prairie

MrCi: Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr: Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa: équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

Rf: Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan

Sols argilo-calcaires et terres rouges à châtaigniers

$$X = [(Pf - Po - Mr - MrCi - Nirr) / CAU] - Xa \quad [2]$$

X: Fertilisation azotée minérale

Pf: Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

Po: Fourniture du sol

Mr: Minéralisation nette des résidus de récolte

MrCi: Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr: Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa: Equivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

CAU: Coefficient Apparent d'Utilisation de l'azote

Pour les sols argilo-calcaires et les terres rouges à châtaigniers, l'équation [2] peut être utilisée. Les valeurs des paramètres Pf, Mr, MrCi, Nirr et Xa sont les mêmes que pour l'équation [1].

1 - Calcul des besoins de la culture ($P_f = b \times y$)

- **b : Besoin d'azote par unité de production**

Pour le tournesol, le besoin d'azote est de **4,5 kgN/q**.

- **y : objectif de rendement**

En cas d'historique de rendements disponible sur l'exploitation :

L'objectif de rendement correspond à la moyenne des rendements réalisés par l'exploitation pour la culture (et pour des conditions comparables de sol) au cours des 5 dernières années en excluant les deux valeurs extrêmes.

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'installation, l'exploitant peut prendre les références de son prédécesseur.

S'il manque une de ces cinq valeurs, il est possible de remonter à la sixième année ou de se limiter aux quatre dernières campagnes et procéder à la moyenne selon la même règle (exclusion des valeurs extrêmes).

Valeurs par défaut, en cas d'absence d'historique de rendements disponibles sur l'exploitation (q/ha) :

Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
18	23	32

Besoins de la culture (P_f) = besoin unitaire(b)x objectif de rendement (y)= **1**

2 - Azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (P_i)

Le paramètre P_i est nul pour les cultures implantées au printemps ou à l'été.

Azote absorbé a l'ouverture du bilan (P_i) = **2**

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

Pour la détermination du reliquat azoté à l'ouverture du bilan l'agriculteur peut par ordre de priorité:

- mesurer le reliquat sortie hiver sur la parcelle ou sur une parcelle de l'exploitation tout à fait comparable (comme prévu par l'arrêté du 19 décembre 2011),
- utiliser les références contenues dans les modèles dynamiques (estimation du reliquat sortie hiver),
- utiliser des références locales annuelles d'accès publics ou privés fournies par les chambres d'agriculture ou les coopératives.
- utiliser les valeurs par défaut publiées au niveau régional

Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri) = 3

4 – Minéralisation de l'humus (Mh)

Le terme Mh (en kgN/ha) dépend du type de sol et du type d'exploitation afin d'intégrer l'influence de la fertilisation organique.

Type de sol	Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
			Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires		40	45	50	55
Sols sur craie Nord Vienne		40	45	50	55
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		40	45	50	55
Terres rouges à chataigniers		50	50	65	75
Limons battants		50	50	65	75
Sols sablo-argileux hydromorphes		50	50	65	75
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée		75	85	85	90
Sols de terrasses de vallée		50	50	65	75
Sols sableux		70	75	80	85
Sols limonoargileux		50	50	65	75
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		50	50	65	75
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		40	40	45	45

Source: Arvalis-Institut du Végétal, Chambres d'agriculture de Poitou-Charentes

Minéralisation de l'humus (Mh) = 4

5 - Minéralisation nette due à un retournement de prairie (Mhp)

La valeur du poste Mhp (en kgN/ha) dépend de la période de destruction de la prairie et de l'âge de la prairie:

Destruction de printemps		Age de la prairie				
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture post destruction	1	20	60	100	120	140
	2	0	0	25	35	40
	3	0	0	0	0	0

Destruction d'automne		Age de la prairie				
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture post destruction	1	10	30	50	60	70
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0

Source: COMIFER

Minéralisation nette due à un retournement de prairies (Mhp) =

5

6 – Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr)

Le tableau suivant donne la valeur de Mr (en kgN/ha) selon la nature de la culture précédente:

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales pailles enfouies	-20	-10
Céréales pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	0
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+1	40	30
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+2	20	20
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain	-10	0
Pois protéagineux	20	10
Prairie	0	0
Pois, Haricots de conserve	20	10
Pomme de terre	20	10
Tournesol	-10	0
Ray-Grass dérobé	-30	0
Soja	20	10
Jachère	cf. tableau suivant	cf. tableau suivant

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source: COMIFER

Le tableau suivant donne la minéralisation nette des résidus de jachère précédente (en kgN/ha):

Type de jachère (espèce dominante)	Age	Période de destruction / 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

Source: COMIFER

Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr) =

6

7 - Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi)

Les valeurs du poste MrCi sont données dans le tableau ci-dessous en kgN/ha:

Espèce	Production de la culture intermédiaire (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction Nov/Déc	Destruction Janvier et au delà	Destruction Nov/Déc	Destruction Janvier et au delà
Crucifères (moutarde, radis...)	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine...	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Graminées de type ray grass	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Légumineuses	≤ 1	10	20	5	10
	2 (>1 et <3)	20	30	10	20
	≥ 3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (phacélie)	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Mélanges graminées-légumineuses	≤ 1	5	13	3	5
	2 (>1 et <3)	13	20	5	13
	≥ 3	20	28	13	20
Mélanges crucifères-légumineuses	≤ 1	8	15	3	8
	2 (>1 et <3)	15	23	8	15
	≥ 3	23	30	15	23

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source: COMIFER

Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi) =

7

8 - Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

A défaut d'analyse, la teneur en azote de l'eau d'irrigation est fixée à 40 mg/L (valeur de concentration référence pour le zonage en zone vulnérable).

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue à partir de l'équation suivante:

$$\text{Nirr} = (V/100) * (C/4,43)$$

avec:

V: quantité d'eau apportée en mm

C: concentration de l'eau en nitrate en mg NO₃/l

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau apportée est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Le tableau suivant permet de faire la correspondance entre la hauteur d'eau apportée et le nombre d'unités d'azote correspondant, sur la base de l'équation ci dessus :

Hauteur d'eau apportée (mm)	100	120	140	160	180
Azote apportée (kg/ha)	9	11	13	14	16

L'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/l à condition de la justifier par les résultats d'analyse de son eau d'irrigation.

Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette devra être faite pendant la période d'irrigation.

Une feuille déclarative devra être mise en place par l'exploitant pour servir en cas de contrôle.

Azote apportée par l'eau d'irrigation (Nirr) = 8

9 - Azote de la fraction minérale d'un engrais organique (effet direct) (Xa)

La valeur du poste Xa (en kgN/ha) donnée par le calcul suivant :

$$\text{Xa} = \text{Teneur (kgN/t)} * \text{Keq} * \text{Q effluent épandu (t/ha)}$$

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type d'effluent sont définies dans l'annexe 12.

Les coefficients d'équivalence sont définis dans l'annexe 12.

Xa = teneur * Keq * quantité épandue = 9

10 - Reliquat post-récolte – Azote présent dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Le tableau suivant donne la valeur de Rf (en kgN/ha) en fonction des types de sols:

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires		15	15	20
Sols sur craie Nord Vienne		15	15	20
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		15	15	20
Terres rouges à chataigniers		15	20	30
Limons battants		15	20	30
Sols sablo-argileux hydromorphes		15	20	
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée			30	40
Sols de terrasses de vallée		15	20	30
Sols sableux		5	10	15
Sols limonoargileux		15	20	30
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		15	20	30
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		15	20	30

Source: Arvalis-Institut du Végétal

Azote dans le sol à la fermeture du bilan (Rf) =

10

11 – Fourniture du sol pour l'équation [2] (Po)

Le poste fourniture du sol Po intègre la contribution en azote du sol ainsi que l'arrière effet des retournements de prairie

- **Contribution en azote du sol (en kgN/ha)**

Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm		Sols moyennement profonds 80 ≤ RU ≤ 120		Sols profonds RU > 120 mm	
	< 350 mm entre le 1/10 et le 1/03	> 350 mm entre le 1/10 et le 1/03	< 400 mm entre le 1/10 et le 1/03	> 400 mm entre le 1/10 et le 1/03	< 400 mm entre le 1/10 et le 1/03	> 400 mm entre le 1/10 et le 1/03
Tournesol	75	60	85	70	95	80

Source: Chambre d'Agriculture de la Vienne

▪ **Arrière effet des retournements de prairies (en kgN/ha)**

		Age de la prairie			
		- de 2 ans	2 à 3 ans	4 à 5 ans	6 à 10 ans
Année du retournement	Retournement au printemps suivi d'une culture de printemps	15	45	70	85
	Retournement à l'automne suivi d'une culture d'hiver	10	20	35	45
Année suivant le retournement	Après une culture de printemps	0	0	20	25
	Après une culture d'hiver	0	0	0	0

Source: Chambre d'Agriculture de la Vienne

Fourniture du sol (Po) = 11

Calcul de l'apport minéral en engrais de synthèse = X

Rappel des équations retenues:

Tous types de sol

$$X = Pf - Pi - Ri - Mh - Mhp - Mr - MrCi - Nirr - Xa + Rf \quad [1]$$

Soit à partir des postes précédemment établis :

$$X = \boxed{} \textcircled{1} - \boxed{0} \textcircled{2} - \boxed{} \textcircled{3} - \boxed{} \textcircled{4} - \boxed{} \textcircled{5} \\ - \boxed{} \textcircled{6} - \boxed{} \textcircled{7} - \boxed{} \textcircled{8} - \boxed{} \textcircled{9} + \boxed{} \textcircled{10}$$

Sols argilo-calcaires et terres rouges à châtaigniers

$$X = [(Pf - Po - Mr - MrCi - Nirr) / CAU] - Xa \quad [2]$$

La valeur du CAU est de 0,8.

$$X = [(\boxed{} \textcircled{1} - \boxed{} \textcircled{11} - \boxed{} \textcircled{6} - \boxed{} \textcircled{7} \\ - \boxed{} \textcircled{8}) / 0,8] - \boxed{} \textcircled{9}$$

Dans le cas d'un bilan calculé entre 0 et 30 kgN/ha, la dose prévisionnelle à apporter peut être de 30 kg N/ha car il est difficile d'épandre une dose plus faible avec précision.

Dans le cas d'un bilan négatif, aucun engrais ne doit être apporté.

Volatilisation ammoniacale aux dépens des engrais minéraux

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote, qui se place dans la configuration « potentielle » d'efficacité maximale de l'engrais azoté, **ne doit pas tenir compte de la volatilisation ammoniacale des engrais minéraux**. La prise en compte de cette perte, potentiellement très variable, n'intervient pas *a priori* dans le calcul prévisionnel de l'apport total mais fait l'objet d'une analyse de risque à chaque apport pour :

1. Eviter ou réduire la perte ammoniacale par des pratiques adaptées

D'une manière générale, toutes les pratiques culturales qui tendent à maximiser l'efficacité de l'azote apporté (maximisation du coefficient d'utilisation de l'azote) doivent être privilégiées avant de recourir à une majoration de dose. Une liste de ces pratiques est disponible sur le site du COMIFER (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html>)

2. Utiliser une grille d'évaluation du risque avant chaque apport d'azote.

Lorsqu'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tel que l'urée et la solution azotée est apporté en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, une grille d'évaluation du risque de perte d'efficacité permet d'ajuster l'apport prévu en appliquant une majoration de 0 à 15% à cet apport. Cette grille, disponible sur le site Internet du COMIFER (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html>) est utilisable avant chaque apport.

Dans les cas d'apport en plein en cours de culture, sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, d'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tel que l'urée et la solution azotée, cette grille sera considérée comme un « outil de pilotage de la fertilisation » au sens du 3° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 (et de l'article 10 du présent arrêté) et peut donc être utilisée pour justifier d'un apport supérieur à la dose prévisionnelle calculée (dans la limite de la majoration de dose que la grille indique). L'agriculteur devra alors produire la grille d'évaluation de l'apport ayant fait l'objet d'une majoration et les justificatifs prouvant qu'il s'agissait d'un apport en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration.

Annexe 6: Fertilisation du lin

Cette fiche a été définie dans le cadre des travaux du groupe régional d'expertise nitrates. Elle correspond à une adaptation de la méthode du bilan azote telle que développée par le COMIFER, à partir des références scientifiques disponibles en Poitou-Charentes.

Équations bilan de fertilisation azotée retenues :

Tous types de sol

$$X = Pf - Pi - Ri - Mh - Mhp - Mr - MrCi - Nirr - Xa + Rf \quad [1]$$

X: Fertilisation azotée minérale

Pf: Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

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

Mh: Minéralisation nette de l'humus du sol

Mr: Minéralisation nette des résidus de récolte

Mhp: Minéralisation nette due à un retournement de prairie

MrCi: Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr: Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa: équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

Rf: Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan

Sols argilo-calcaires et terres rouges à châtaigniers

$$X = [(Pf - Po - Mr - MrCi - Nirr) / CAU] - Xa \quad [2]$$

X: Fertilisation azotée minérale

Pf: Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

Po: Fourniture du sol

Mr: Minéralisation nette des résidus de récolte

MrCi: Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr: Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa: Equivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

CAU: Coefficient Apparent d'Utilisation de l'azote

Pour les sols argilo-calcaires et les terres rouges à châtaigniers, l'équation [2] peut être utilisée. Les valeurs des paramètres Pf, Mr, MrCi, Nirr et Xa sont les mêmes que pour l'équation [1].

1 - Calcul des besoins de la culture ($P_f = b \times y$)

- **b : Besoin d'azote par unité de production**

Pour le lin, le besoin d'azote est de **4,5 kgN/q**.

- **y : objectif de rendement**

En cas d'historique de rendements disponible sur l'exploitation :

L'objectif de rendement correspond à la moyenne des rendements réalisés par l'exploitation pour la culture (et pour des conditions comparables de sol) au cours des 5 dernières années en excluant les deux valeurs extrêmes.

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'installation, l'exploitant peut prendre les références de son prédécesseur.

S'il manque une de ces cinq valeurs, il est possible de remonter à la sixième année ou de se limiter aux quatre dernières campagnes et procéder à la moyenne selon la même règle (exclusion des valeurs extrêmes).

Valeurs par défaut, en cas d'absence d'historique de rendements disponibles sur l'exploitation (q/ha) :

Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
18	20	35

Besoins de la culture (P_f) = besoin unitaire(b)x objectif de rendement (y) = 1

2 - Azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (P_i)

Le paramètre P_i est nul pour les cultures implantées au printemps ou à l'été.

Azote absorbé a l'ouverture du bilan (P_i) = 2

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

Pour la détermination du reliquat azoté à l'ouverture du bilan l'agriculteur peut par ordre de priorité:

- mesurer le reliquat sortie hiver sur la parcelle ou sur une parcelle de l'exploitation tout à fait comparable (comme prévu par l'arrêté du 19 décembre 2011),
- utiliser les références contenues dans les modèles dynamiques (estimation du reliquat sortie hiver),
- utiliser des références locales annuelles d'accès publics ou privés fournies par les chambres d'agriculture ou les coopératives.

Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri) =

3

4 – Minéralisation de l'humus (Mh)

Le terme Mh (en kgN/ha) dépend du type de sol et du type d'exploitation afin d'intégrer l'influence de la fertilisation organique.

Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
		Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires	40	45	50	55
Sols sur craie Nord Vienne	40	45	50	55
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime	40	45	50	55
Terres rouges à chataigniers	50	50	65	75
Limons battants	50	50	65	75
Sols sablo-argileux hydromorphes	50	50	65	75
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée	75	85	85	90
Sols de terrasses de vallée	50	50	65	75
Sols sableux	70	75	80	85
Sols limonoargileux	50	50	65	75
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss	50	50	65	75
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss	40	40	45	45

Source: Arvalis-Institut du Végétal, Chambres d'agriculture de Poitou-Charentes

Minéralisation de l'humus (Mh) =

4

5 - Minéralisation nette due à un retournement de prairie (Mhp)

La valeur du poste Mhp (en kgN/ha) dépend de la période de destruction de la prairie et de l'âge de la prairie:

Destruction de printemps		Age de la prairie				
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture post destruction	1	20	60	100	120	140
	2	0	0	25	35	40
	3	0	0	0	0	0

Destruction d'automne		Age de la prairie				
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture post destruction	1	10	30	50	60	70
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0

Source: COMIFER

Minéralisation nette due à un retournement de prairies (Mhp) =

5

6 – Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr)

Le tableau suivant donne la valeur de Mr (en kgN/ha) selon la nature de la culture précédente:

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales pailles enfouies	-20	-10
Céréales pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	0
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+1	40	30
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+2	20	20
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain	-10	0
Pois protéagineux	20	10
Prairie	0	0
Pois, Haricots de conserve	20	10
Pomme de terre	20	10
Tournesol	-10	0
Ray-Grass dérobé	-30	0
Soja	20	10
Jachère	cf. tableau suivant	cf. tableau suivant

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source: COMIFER

Le tableau suivant donne la minéralisation nette des résidus de jachère précédente (en kgN/ha):

Type de jachère (espèce dominante)	Age	Période de destruction / 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

Source: COMIFER

Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr) =

6

7 - Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi)

Les valeurs du poste MrCi sont données dans le tableau ci-dessous en kgN/ha:

Espèce	Production de la culture intermédiaire (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction Nov/Déc	Destruction Janvier et au delà	Destruction Nov/Déc	Destruction Janvier et au delà
Crucifères (moutarde, radis...)	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine...	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Graminées de type ray grass	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Légumineuses	≤ 1	10	20	5	10
	2 (>1 et <3)	20	30	10	20
	≥ 3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (phacélie)	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Mélanges graminées-légumineuses	≤ 1	5	13	3	5
	2 (>1 et <3)	13	20	5	13
	≥ 3	20	28	13	20
Mélanges crucifères-légumineuses	≤ 1	8	15	3	8
	2 (>1 et <3)	15	23	8	15
	≥ 3	23	30	15	23

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source: COMIFER

Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi) =

7

8 - Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

L'irrigation n'étant quasiment jamais pratiquée sur cette culture, les apports d'azote sous cette forme sont négligés

Azote apportée par l'eau d'irrigation (Nirr) = 8

9 - Azote de la fraction minérale d'un engrais organique (effet direct) (Xa)

La valeur du poste Xa (en kgN/ha) donnée par le calcul suivant :

$$Xa = \text{Teneur (kgN/t)} * Keq * Q \text{ effluent épandu (t/ha)}$$

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type d'effluent sont définies dans l'annexe 12.

Les coefficients d'équivalence sont définis dans l'annexe 12.

Xa = teneur * Keq * quantité épandue = 9

10 - Reliquat post-récolte – Azote présent dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Le tableau suivant donne la valeur de Rf (en kgN/ha) en fonction des types de sols:

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires		15	15	20
Sols sur craie Nord Vienne		15	15	20
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		15	15	20
Terres rouges à chataigniers		15	20	30
Limons battants		15	20	30
Sols sablo-argileux hydromorphes		15	20	
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée			30	40
Sols de terrasses de vallée		15	20	30
Sols sableux		5	10	15
Sols limonoargileux		15	20	30
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		15	20	30
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		15	20	30

Source: Arvalis-Institut du Végétal

Azote dans le sol à la fermeture du bilan (Rf) =

10

11 – Fourniture du sol pour l'équation [2] (Po)

Le poste fourniture du sol Po intègre la contribution en azote du sol ainsi que l'arrière effet des retournements de prairie

▪ Contribution en azote du sol (en kgN/ha)

Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm		Sols moyennement profonds 80 ≤ RU ≤ 120		Sols profonds RU > 120 mm	
	< 350 mm entre le 1/10 et le 1/03	> 350 mm entre le 1/10 et le 1/03	< 400 mm entre le 1/10 et le 1/03	> 400 mm entre le 1/10 et le 1/03	< 400 mm entre le 1/10 et le 1/03	> 400 mm entre le 1/10 et le 1/03
Lin	50	35	60	45	70	55

Source: Chambre d'Agriculture de la Vienne

▪ Arrière effet des retournements de prairies (en kgN/ha)

		Age de la prairie			
		- de 2 ans	2 à 3 ans	4 à 5 ans	6 à 10 ans
Année du retournement	Retournement au printemps suivi d'une culture de printemps	15	45	70	85
	Retournement à l'automne suivi d'une culture d'hiver	10	20	35	45
Année suivant le retournement	Après une culture de printemps	0	0	20	25
	Après une culture d'hiver	0	0	0	0

Source: Chambre d'Agriculture de la Vienne

Fourniture du sol (Po) =

11

Calcul de l'apport minéral en engrais de synthèse = X

Rappel des équations retenues:

Tous types de sol

$$X = Pf - Pi - Ri - Mh - Mhp - Mr - MrCi - Nirr - Xa + Rf \quad [1]$$

Soit à partir des postes précédemment établis :

$$X = \boxed{} \textcircled{1} - \boxed{0} \textcircled{2} - \boxed{} \textcircled{3} - \boxed{} \textcircled{4} - \boxed{} \textcircled{5} \\ - \boxed{} \textcircled{6} - \boxed{} \textcircled{7} \boxed{0} \textcircled{8} - \boxed{} \textcircled{9} + \boxed{} \textcircled{10}$$

Sols argilo-calcaires et terres rouges à châtaigniers

$$X = [(Pf - Po - Mr - MrCi - Nirr) / CAU] - Xa \quad [2]$$

La valeur du CAU est de 0,8.

$$X = [(\boxed{} \textcircled{1} - \boxed{} \textcircled{11} - \boxed{} \textcircled{6} - \boxed{} \textcircled{7} \\ - \boxed{0} \textcircled{8}) / 0,8] - \boxed{} \textcircled{9}$$

Dans le cas d'un bilan calculé entre 0 et 30 kgN/ha, la dose prévisionnelle à apporter peut être de 30 kg N/ha car il est difficile d'épandre une dose plus faible avec précision.
 Dans le cas d'un bilan négatif, aucun engrais ne doit être apporté.

Volatilisation ammoniacale aux dépens des engrais minéraux

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote, qui se place dans la configuration « potentielle » d'efficacité maximale de l'engrais azoté, **ne doit pas tenir compte de la volatilisation ammoniacale des engrais minéraux**. La prise en compte de cette perte, potentiellement très variable, n'intervient pas *a priori* dans le calcul prévisionnel de l'apport total mais fait l'objet d'une analyse de risque à chaque apport pour :

1. Eviter ou réduire la perte ammoniacale par des pratiques adaptées

D'une manière générale, toutes les pratiques culturales qui tendent à maximiser l'efficacité de l'azote apporté (maximisation du coefficient d'utilisation de l'azote) doivent être privilégiées avant de recourir à une majoration de dose. Une liste de ces pratiques est disponible sur le site du COMIFER (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html>)

2. Utiliser une grille d'évaluation du risque avant chaque apport d'azote.

Lorsqu'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tel que l'urée et la solution azotée est apporté en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, une grille d'évaluation du risque de perte d'efficacité permet d'ajuster l'apport prévu en appliquant une majoration de 0 à 15% à cet apport. Cette grille, disponible sur le site Internet du COMIFER (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html>) est utilisable avant chaque apport.

Dans les cas d'apport en plein en cours de culture, sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, d'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tel que l'urée et la solution azotée, cette grille sera considérée comme un « outil de pilotage de la fertilisation » au sens du 3° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 (et de l'article 10 du présent arrêté) et peut donc être utilisée pour justifier d'un apport supérieur à la dose prévisionnelle calculée (dans la limite de la majoration de dose que la grille indique). L'agriculteur devra alors produire la grille d'évaluation de l'apport ayant fait l'objet d'une majoration et les justificatifs prouvant qu'il s'agissait d'un apport en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration.

Annexe 7 : Fertilisation du chanvre

Cette fiche a été définie dans le cadre des travaux du groupe régional d'expertise nitrates. Elle correspond à une adaptation de la méthode du bilan azote telle que développée par le COMIFER, à partir des références scientifiques disponibles en Poitou-Charentes.

Équations bilan de fertilisation azotée retenues :

Tous types de sol

$$X = Pf - Pi - Ri - Mh - Mhp - Mr - MrCi - Nirr - Xa + Rf \quad [1]$$

X: Fertilisation azotée minérale

Pf: Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

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

Mh: Minéralisation nette de l'humus du sol

Mr: Minéralisation nette des résidus de récolte

Mhp: Minéralisation nette due à un retournement de prairie

MrCi: Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr: Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa: équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

Rf: Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan

Sols argilo-calcaires et terres rouges à châtaigniers

$$X = [(Pf - Po - Mr - MrCi - Nirr) / CAU] - Xa \quad [2]$$

X: Fertilisation azotée minérale

Pf: Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

Po: Fourniture du sol

Mr: Minéralisation nette des résidus de récolte

MrCi: Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr: Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa: Equivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

CAU: Coefficient Apparent d'Utilisation de l'azote

Pour les sols argilo-calcaires et les terres rouges à châtaigniers, l'équation [2] peut être utilisée. Les valeurs des paramètres Pf, Mr, MrCi, Nirr et Xa sont les mêmes que pour l'équation [1].

1 - Calcul des besoins de la culture ($P_f = b \times y$)

- **b : Besoin d'azote par unité de production**

Pour le chanvre, le besoin d'azote est de **12 kgN/tMS**.

- **y : objectif de rendement**

En cas d'historique de rendements disponible sur l'exploitation :

L'objectif de rendement correspond à la moyenne des rendements réalisés par l'exploitation pour la culture (et pour des conditions comparables de sol) au cours des 5 dernières années en excluant les deux valeurs extrêmes.

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'installation, l'exploitant peut prendre les références de son prédécesseur.

S'il manque une de ces cinq valeurs, il est possible de remonter à la sixième année ou de se limiter aux quatre dernières campagnes et procéder à la moyenne selon la même règle (exclusion des valeurs extrêmes).

Valeurs par défaut, en cas d'absence d'historique de rendements disponibles sur l'exploitation (q/ha) :

Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
6	8	12

Besoins de la culture (P_f) = besoin unitaire(b)x objectif de rendement (y) =

1

2 - Azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (P_i)

Le paramètre P_i est nul pour les cultures implantées au printemps ou à l'été.

Azote absorbé a l'ouverture du bilan (P_i) =

0

2

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

Pour la détermination du reliquat azoté à l'ouverture du bilan l'agriculteur peut par ordre de priorité:

- mesurer le reliquat sortie hiver sur la parcelle ou sur une parcelle de l'exploitation tout à fait comparable (comme prévu par l'arrêté du 19 décembre 2011),
- utiliser les références contenues dans les modèles dynamiques (estimation du reliquat sortie hiver),
- utiliser des références locales annuelles d'accès publics ou privés fournies par les chambres d'agriculture ou les coopératives.

Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri) = 3

4 – Minéralisation de l'humus (Mh)

Le terme Mh (en kgN/ha) dépend du type de sol et du type d'exploitation afin d'intégrer l'influence de la fertilisation organique.

Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
		Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires	40	45	50	55
Sols sur craie Nord Vienne	40	45	50	55
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime	40	45	50	55
Terres rouges à chataigniers	50	50	65	75
Limons battants	50	50	65	75
Sols sablo-argileux hydromorphes	50	50	65	75
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée	75	85	85	90
Sols de terrasses de vallée	50	50	65	75
Sols sableux	70	75	80	85
Sols limonoargileux	50	50	65	75
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss	50	50	65	75
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss	40	40	45	45

Source: Arvalis-Institut du Végétal, Chambres d'agriculture de Poitou-Charentes

Minéralisation de l'humus (Mh) = 4

5 - Minéralisation nette due à un retournement de prairie (Mhp)

La valeur du poste Mhp (en kgN/ha) dépend de la période de destruction de la prairie et de l'âge de la prairie:

Destruction de printemps		Age de la prairie				
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture post destruction	1	20	60	100	120	140
	2	0	0	25	35	40
	3	0	0	0	0	0

Destruction d'automne		Age de la prairie				
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture post destruction	1	10	30	50	60	70
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0

Source: COMIFER

Minéralisation nette due à un retournement de prairies (Mhp) =

5

6 – Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr)

Le tableau suivant donne la valeur de Mr (en kgN/ha) selon la nature de la culture précédente:

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales pailles enfouies	-20	-10
Céréales pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	0
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+1	40	30
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+2	20	20
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain	-10	0
Pois protéagineux	20	10
Prairie	0	0
Pois, Haricots de conserve	20	10
Pomme de terre	20	10
Tournesol	-10	0
Ray-Grass dérobé	-30	0
Soja	20	10
Jachère	cf. tableau suivant	cf. tableau suivant

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source: COMIFER

Le tableau suivant donne la minéralisation nette des résidus de jachère précédente (en kgN/ha):

Type de jachère (espèce dominante)	Age	Période de destruction / 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

Source: COMIFER

Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr) =

6

7 - Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi)

Les valeurs du poste MrCi sont données dans le tableau ci-dessous en kgN/ha:

Espèce	Production de la culture intermédiaire (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction Nov/Déc	Destruction Janvier et au delà	Destruction Nov/Déc	Destruction Janvier et au delà
Crucifères (moutarde, radis...)	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine...	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Graminées de type ray grass	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Légumineuses	≤ 1	10	20	5	10
	2 (>1 et <3)	20	30	10	20
	≥ 3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (phacélie)	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Mélanges graminées-légumineuses	≤ 1	5	13	3	5
	2 (>1 et <3)	13	20	5	13
	≥ 3	20	28	13	20
Mélanges crucifères-légumineuses	≤ 1	8	15	3	8
	2 (>1 et <3)	15	23	8	15
	≥ 3	23	30	15	23

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source: COMIFER

Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi) =

7

8 - Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

A défaut d'analyse, la teneur en azote de l'eau d'irrigation est fixée à 40 mg/L (valeur de concentration référence pour le zonage en zone vulnérable).

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue à partir de l'équation suivante:

$$\text{Nirr} = (V/100) * (C/4,43)$$

avec:

V: quantité d'eau apportée en mm

C: concentration de l'eau en nitrate en mg NO₃/l

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau apportée est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Le tableau suivant permet de faire la correspondance entre la hauteur d'eau apportée et le nombre d'unités d'azote correspondant, sur la base de l'équation ci dessus :

Hauteur d'eau apportée (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apportée (kg/ha)	9	11	13	14	16	18	20	22

L'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/l à condition de la justifier par les résultats d'analyse de son eau d'irrigation.

Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette devra être faite pendant la période d'irrigation.

Une feuille déclarative devra être mise en place par l'exploitant pour servir en cas de contrôle.

Azote apportée par l'eau d'irrigation (Nirr) = 8

9 - Azote de la fraction minérale d'un engrais organique (effet direct) (Xa)

La valeur du poste Xa (en kgN/ha) donnée par le calcul suivant :

$$\text{Xa} = \text{Teneur (kgN/t)} * \text{Keq} * \text{Q effluent épandu (t/ha)}$$

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type d'effluent sont définies dans l'annexe 12.

Les coefficients d'équivalence sont définis dans l'annexe 12.

Xa = teneur * Keq * quantité épandue = 9

10 - Reliquat post-récolte – Azote présent dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Le tableau suivant donne la valeur de Rf (en kgN/ha) en fonction des types de sols:

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires		15	15	20
Sols sur craie Nord Vienne		15	15	20
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		15	15	20
Terres rouges à chataigniers		15	20	30
Limons battants		15	20	30
Sols sablo-argileux hydromorphes		15	20	
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée			30	40
Sols de terrasses de vallée		15	20	30
Sols sableux		5	10	15
Sols limonoargileux		15	20	30
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		15	20	30
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		15	20	30

Source: Arvalis-Institut du Végétal

Azote dans le sol à la fermeture du bilan (Rf) =

10

11 – Fourniture du sol pour l'équation [2] (Po)

Le poste fourniture du sol Po intègre la contribution en azote du sol ainsi que l'arrière effet des retournements de prairie

- **Contribution en azote du sol (en kgN/ha)**

Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm		Sols moyennement profonds 80 <= RU <= 120		Sols profonds RU > 120 mm	
	< 350 mm entre le 1/10 et le 1/03	> 350 mm entre le 1/10 et le 1/03	< 400 mm entre le 1/10 et le 1/03	> 400 mm entre le 1/10 et le 1/03	< 400 mm entre le 1/10 et le 1/03	> 400 mm entre le 1/10 et le 1/03
Chanvre	75	60	85	70	95	80

Source: Chambre d'Agriculture de la Vienne

▪ **Arrière effet des retournements de prairies (en kgN/ha)**

		Age de la prairie			
		- de 2 ans	2 à 3 ans	4 à 5 ans	6 à 10 ans
Année du retournement	Retournement au printemps suivi d'une culture de printemps	15	45	70	85
	Retournement à l'automne suivi d'une culture d'hiver	10	20	35	45
Année suivant le retournement	Après une culture de printemps	0	0	20	25
	Après une culture d'hiver	0	0	0	0

Source: Chambre d'Agriculture de la Vienne

Fourniture du sol (Po) = <input style="width: 80px; height: 20px; border: 2px solid black;" type="text"/> 11

Calcul de l'apport minéral en engrais de synthèse = X

Rappel des équations retenues:

Tous types de sol

$$X = Pf - Pi - Ri - Mh - Mhp - Mr - MrCi - Nirr - Xa + Rf \quad [1]$$

Soit à partir des postes précédemment établis :

$$X = \boxed{} \textcircled{1} - \boxed{0} \textcircled{2} - \boxed{} \textcircled{3} - \boxed{} \textcircled{4} - \boxed{} \textcircled{5} \\ - \boxed{} \textcircled{6} - \boxed{} \textcircled{7} - \boxed{} \textcircled{8} - \boxed{} \textcircled{9} + \boxed{} \textcircled{10}$$

Sols argilo-calcaires et terres rouges à châtaigniers

$$X = [(Pf - Po - Mr - MrCi - Nirr) / CAU] - Xa \quad [2]$$

La valeur du CAU est de 0,8.

$$X = [(\boxed{} \textcircled{1} - \boxed{} \textcircled{11} - \boxed{} \textcircled{6} - \boxed{} \textcircled{7} \\ - \boxed{} \textcircled{8}) / 0,8] - \boxed{} \textcircled{9}$$

Dans le cas d'un bilan calculé entre 0 et 30 kgN/ha, la dose prévisionnelle à apporter peut être de 30 kg N/ha car il est difficile d'épandre une dose plus faible avec précision.

Dans le cas d'un bilan négatif, aucun engrais ne doit être apporté.

Volatilisation ammoniacale aux dépens des engrais minéraux

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote, qui se place dans la configuration « potentielle » d'efficacité maximale de l'engrais azoté, **ne doit pas tenir compte de la volatilisation ammoniacale des engrais minéraux**. La prise en compte de cette perte, potentiellement très variable, n'intervient pas *a priori* dans le calcul prévisionnel de l'apport total mais fait l'objet d'une analyse de risque à chaque apport pour :

1. Eviter ou réduire la perte ammoniacale par des pratiques adaptées

D'une manière générale, toutes les pratiques culturales qui tendent à maximiser l'efficacité de l'azote apporté (maximisation du coefficient d'utilisation de l'azote) doivent être privilégiées avant de recourir à une majoration de dose. Une liste de ces pratiques est disponible sur le site du COMIFER (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html>)

2. Utiliser une grille d'évaluation du risque avant chaque apport d'azote.

Lorsqu'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tel que l'urée et la solution azotée est apporté en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, une grille d'évaluation du risque de perte d'efficacité permet d'ajuster l'apport prévu en appliquant une majoration de 0 à 15% à cet apport. Cette grille, disponible sur le site Internet du COMIFER (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html>) est utilisable avant chaque apport.

Dans les cas d'apport en plein en cours de culture, sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, d'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tel que l'urée et la solution azotée, cette grille sera considérée comme un « outil de pilotage de la fertilisation » au sens du 3° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 (et de l'article 10 du présent arrêté) et peut donc être utilisée pour justifier d'un apport supérieur à la dose prévisionnelle calculée (dans la limite de la majoration de dose que la grille indique). L'agriculteur devra alors produire la grille d'évaluation de l'apport ayant fait l'objet d'une majoration et les justificatifs prouvant qu'il s'agissait d'un apport en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration.

Annexe 8 : Fertilisation du tabac

Cette fiche a été définie dans le cadre des travaux du groupe régional d'expertise nitrates. Elle correspond à une adaptation de la méthode du bilan azote telle que développée par le COMIFER, à partir des références scientifiques disponibles en Poitou-Charentes.

Équation bilan de fertilisation azotée retenue :

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

X: Fertilisation azotée minérale

Pf: Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

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

Mh: Minéralisation nette de l'humus du sol

Mr: Minéralisation nette des résidus de récolte

Mhp: Minéralisation nette due à un retournement de prairie

MrCi: Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr: Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa: équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduels organiques

Rf: Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan

1 - Calcul des besoins de la culture ($Pf = b \times y$)

- **b : Besoin d'azote par unité de production**

Espèces - Variétés	Valeur de b (en kgN/ha/q feuilles sèches)
Tabac Virginie	3
Tabac Burley	8,5

- **y : objectif de rendement**

En cas d'historique de rendements disponible sur l'exploitation :

L'objectif de rendement correspond à la moyenne des rendements réalisés par l'exploitation pour la culture (et pour des conditions comparables de sol) au cours des 5 dernières années en excluant les deux valeurs extrêmes.

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'installation, l'exploitant peut prendre les références de son prédécesseur.

S'il manque une de ces cinq valeurs, il est possible de remonter à la sixième année ou de se limiter aux quatre dernières campagnes et procéder à la moyenne selon la même règle (exclusion des valeurs extrêmes).

Valeur par défaut, en cas d'absence d'historique de rendements disponibles sur l'exploitation :

Objectif de rendement par défaut pour le tabac
29 q/ha

Besoins de la culture (Pf) = besoin unitaire(b)x objectif de rendement (y)= **1**

2 - Azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi)

Le paramètre Pi est nul pour les cultures implantées au printemps ou à l'été.

Azote absorbé a l'ouverture du bilan (Pi) = **2**

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

Pour la détermination du reliquat azoté à l'ouverture du bilan l'agriculteur peut par ordre de priorité:

- mesurer le reliquat sortie hiver sur la parcelle ou sur une parcelle de l'exploitation tout à fait comparable (comme prévu par l'arrêté du 19 décembre 2011),
- utiliser les références contenues dans les modèles dynamiques (estimation du reliquat sortie hiver),
- utiliser des références locales annuelles d'accès publics ou privés fournies par les chambres d'agriculture ou les coopératives.

Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri) = **3**

4 – Minéralisation de l'humus (Mh)

Le terme Mh (en kgN/ha) dépend du type de sol et du type d'exploitation afin d'intégrer l'influence de la fertilisation organique.

Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
		Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires	40	45	50	55
Sols sur craie Nord Vienne	40	45	50	55
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime	40	45	50	55
Terres rouges à chataigniers	50	50	65	75
Limons battants	50	50	65	75
Sols sablo-argileux hydromorphes	50	50	65	75
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée	75	85	85	90
Sols de terrasses de vallée	50	50	65	75
Sols sableux	70	75	80	85
Sols limonoargileux	50	50	65	75
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss	50	50	65	75
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss	40	40	45	45

Source: Arvalis-Institut du Végétal

Minéralisation de l'humus (Mh) = 4

5 - Minéralisation nette due à un retournement de prairie (Mhp)

La valeur du poste Mhp (en kgN/ha) dépend de la période de destruction de la prairie et de l'âge de la prairie:

Destruction de printemps		Age de la prairie				
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture post destruction	1	20	60	100	120	140
	2	0	0	25	35	40
	3	0	0	0	0	0

Destruction d'automne		Age de la prairie				
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture post destruction	1	10	30	50	60	70
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0

Source: COMIFER

Minéralisation nette due à un retournement de prairies (Mhp) = 5

6 – Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr)

Le tableau suivant donne la valeur de Mr (en kgN/ha) selon la nature de la culture précédente:

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales pailles enfouies	-20	-10
Céréales pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	0
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+1	40	30
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+2	20	20
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain	-10	0
Pois protéagineux	20	10
Prairie	0	0
Pois, Haricots de conserve	20	10
Pomme de terre	20	10
Tournesol	-10	0
Ray-Grass dérobé	-30	0
Soja	20	10
Jachère	cf. tableau suivant	cf. tableau suivant

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source: COMIFER

Le tableau suivant donne la minéralisation nette des résidus de jachère précédente (en kgN/ha):

Type de jachère (espèce dominante)	Age	Période de destruction / 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

Source: COMIFER

Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr) =

6

7 - Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi)

Les valeurs du poste MrCi sont données dans le tableau ci-dessous en kgN/ha:

Espèce	Production de la culture intermédiaire (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction Nov/Déc	Destruction Janvier et au delà	Destruction Nov/Déc	Destruction Janvier et au delà
Crucifères (moutarde, radis...)	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine...	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Graminées de type ray grass	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Légumineuses	≤ 1	10	20	5	10
	2 (>1 et <3)	20	30	10	20
	≥ 3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (phacélie)	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Mélanges graminées-légumineuses	≤ 1	5	13	3	5
	2 (>1 et <3)	13	20	5	13
	≥ 3	20	28	13	20
Mélanges crucifères-légumineuses	≤ 1	8	15	3	8
	2 (>1 et <3)	15	23	8	15
	≥ 3	23	30	15	23

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source: COMIFER

Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi) =

7

8 - Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

A défaut d'analyse, la teneur en azote de l'eau d'irrigation est fixée à 40 mg/L (valeur de concentration référence pour le zonage en zone vulnérable).

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue à partir de l'équation suivante:

$$\text{Nirr} = (V/100) * (C/4,43)$$

avec:

V: quantité d'eau apportée en mm

C: concentration de l'eau en nitrate en mg NO₃/l

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau apportée est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Le tableau suivant permet de faire la correspondance entre la hauteur d'eau apportée et le nombre d'unités d'azote correspondant, sur la base de l'équation ci dessus :

Hauteur d'eau apportée (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apportée (kg/ha)	9	11	13	14	16	18	20	22

L'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/l à condition de la justifier par les résultats d'analyse de son eau d'irrigation.

Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette devra être faite pendant la période d'irrigation.

Une feuille déclarative devra être mise en place par l'exploitant pour servir en cas de contrôle.

Azote apportée par l'eau d'irrigation (Nirr) = 8

9 - Azote de la fraction minérale d'un engrais organique (effet direct) (Xa)

La valeur du poste Xa (en kgN/ha) donnée par le calcul suivant :

$$\text{Xa} = \text{Teneur (kgN/t)} * \text{Keq} * \text{Q effluent épandu (t/ha)}$$

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type d'effluent sont définies dans l'annexe 12.

Les coefficients d'équivalence sont définis dans l'annexe 12.

Xa = teneur * Keq * quantité épandue = 9

10 - Reliquat post-récolte – Azote présent dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

La valeur du reliquat post-récolte pour le tabac est fixée à 50 kgN/ha

Azote dans le sol à la fermeture du bilan (Rf) =

50

10

Calcul de l'apport minéral en engrais de synthèse = X

Équation retenue:

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

Soit à partir des postes précédemment établis :

X=	<input type="text"/>	1	-	<input type="text" value="0"/>	2	-	<input type="text"/>	3	-	<input type="text"/>	4	-	<input type="text"/>	5
-	<input type="text"/>	6	-	<input type="text"/>	7	-	<input type="text"/>	8	-	<input type="text"/>	9	+	<input type="text" value="50"/>	10

Dans le cas d'un bilan calculé entre 0 et 30 kgN/ha, la dose prévisionnelle à apporter peut être de 30 kg N/ha car il est difficile d'épandre une dose plus faible avec précision.

Dans le cas d'un bilan négatif, aucun engrais ne doit être apporté.

Volatilisation ammoniacale aux dépens des engrais minéraux

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote, qui se place dans la configuration « potentielle » d'efficacité maximale de l'engrais azoté, **ne doit pas tenir compte de la volatilisation ammoniacale des engrais minéraux**. La prise en compte de cette perte, potentiellement très variable, n'intervient pas *a priori* dans le calcul prévisionnel de l'apport total mais fait l'objet d'une analyse de risque à chaque apport pour :

1. Eviter ou réduire la perte ammoniacale par des pratiques adaptées

D'une manière générale, toutes les pratiques culturales qui tendent à maximiser l'efficacité de l'azote apporté (maximisation du coefficient d'utilisation de l'azote) doivent être privilégiées avant de recourir à une majoration de dose. Une liste de ces pratiques est disponible sur le site du COMIFER (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html>)

2. Utiliser une grille d'évaluation du risque avant chaque apport d'azote.

Lorsqu'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tel que l'urée et la solution azotée est apporté en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, une grille d'évaluation du risque de perte d'efficacité permet d'ajuster l'apport prévu en appliquant une majoration de 0 à 15% à cet apport. Cette grille, disponible sur le site Internet du COMIFER (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html>) est utilisable avant chaque apport.

Dans les cas d'apport en plein en cours de culture, sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, d'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tel que l'urée et la solution azotée, cette grille sera considérée comme un « outil de pilotage de la fertilisation » au sens du 3° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 (et de l'article 10 du présent arrêté) et peut donc être utilisée pour justifier d'un apport supérieur à la dose prévisionnelle calculée (dans la limite de la majoration de dose que la grille indique). L'agriculteur devra alors produire la grille d'évaluation de l'apport ayant fait l'objet d'une majoration et les justificatifs prouvant qu'il s'agissait d'un apport en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration.

Annexe 9 : Fertilisation des cultures porte-graines

Cette fiche a été définie dans le cadre des travaux du groupe régional d'expertise nitrates. Elle correspond à une adaptation de la méthode du bilan azote telle que développée par le COMIFER, à partir des références scientifiques disponibles en Poitou-Charentes.

Les espèces de grandes cultures ont, sauf la betterave, le même cycle que les cultures de consommation et ne présentent pas de spécificités pour la fertilisation azotée.

Équation bilan de fertilisation azotée retenue :

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

X: Fertilisation azotée minérale

Pf: Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

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

Mh: Minéralisation nette de l'humus du sol

Mr: Minéralisation nette des résidus de récolte

Mhp: Minéralisation nette due à un retournement de prairie

MrCi: Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr: Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa: équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

Rf: Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan

1 - Calcul des besoins de la culture (Pf)

Les besoins en azote pour ces cultures ne sont pas liés à l'objectif de rendement grainier qui est très variable.

Famille botanique	Espèce	Besoin N absorbés par culture kg/ha
FOURRAGERES PORTE-GRAINE		
Poacées	Ray-grass anglais	170
	Ray-grass d'italie	110 (hors découpe de printemps)
	Fétuque élevée	160
	Fétuque rouge	150
	Dactyle	190
	Ray-grass hybride	110 (hors découpe de printemps)
	Fétuque ovine	150
	Fétuque des prés	160
	Brome	160
	Fléole des prés	160
	Radis fourrager	150

BETTERAVE SUCRIERE PORTE-GRAINE		
Chénopodiacées	Betterave sucrière	280
POTAGERES PORTE-GRAINE		
Alliacées	Oignon – plantation d'automne	150
	Oignon – plantation d'automne	70
	Poireau	140
	Échalote	150
Apiacées	Carotte (type Nantaise)	140
	Persil	140
	Aneth	140
	Coriandre	140
	Fenouil	140
	Panais	140
	Céleri	140
Astéracées	Chicorée Witloof (semis direct)	160
	Chicorée à feuille	160
	Laitue	130
	Cardon	140
	Chicorée Scarole/Frisée	160
Brassicacées	Radis (type rond-rouge)	150
	Navet	150
	Cresson de Fontaine	70
	Roquette	150
Chénopodiacées	Betterave rouge	200
	Épinard	200
	Poirée	200
Valérianacée	Mâche	70

Besoins de la culture (Pf) = 1

2 - Azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi)

Le paramètre Pi est nul pour les cultures implantées au printemps ou à l'été. Il sera considéré comme négligeable pour les cultures implantées à l'automne.

Azote absorbé a l'ouverture du bilan (Pi) = 2

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

Pour la détermination du reliquat azoté à l'ouverture du bilan l'agriculteur peut par ordre de priorité:

- mesurer le reliquat sortie hiver sur la parcelle ou sur une parcelle de l'exploitation tout à fait comparable (comme prévu par l'arrêté du 19 décembre 2011),
- utiliser les références contenues dans les modèles dynamiques (estimation du reliquat sortie hiver),
- utiliser des références locales annuelles d'accès publics ou privés fournies par les chambres d'agriculture ou les coopératives.

Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri) =

3

4 – Minéralisation de l'humus (Mh)

Le terme Mh (en kgN/ha) dépend du type de culture, du type de sol et du type d'exploitation afin d'intégrer l'influence de la fertilisation organique.

1) Cultures implantées à l'hiver

Type de sol	Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
			Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires		30	35	40	45
Sols sur craie Nord Vienne		30	35	40	45
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		30	35	40	45
Terres rouges à chataigniers		35	40	45	50
Limons battants		35	40	45	50
Sols sablo-argileux hydromorphes		35	40	45	50
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée		45	50	50	60
Sols de terrasses de vallée		30	35	40	45
Sols sableux		35	40	45	50
Sols limonoargileux		35	40	45	50
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		35	40	45	50
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		40	40	45	45

Source: Arvalis-Institut du Végétal, Chambres d'agriculture de Poitou-Charentes

2) Cultures implantées au printemps

Type de sol	Type de parcelle	Parcelle sans matière organique	Parcelle avec matières organiques		
			Fréquence > 5 ans	Fréquence 3 à 5 ans	Fréquence < 3 ans
Sols argilo-calcaires		40	45	50	55
Sols sur craie Nord Vienne		40	45	50	55
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		40	45	50	55
Terres rouges à chataigniers		50	50	65	75
Limons battants		50	50	65	75
Sols sablo-argileux hydromorphes		50	50	65	75
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée		75	85	85	90
Sols de terrasses de vallée		50	50	65	75
Sols sableux		70	75	80	85
Sols limonoargileux		50	50	65	75
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		50	50	65	75
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		40	40	45	45

Source: Arvalis-Institut du Végétal, Chambres d'agriculture de Poitou-Charentes

Minéralisation de l'humus (Mh) = 4

5 - Minéralisation nette due à un retournement de prairie (Mhp)

La valeur du poste Mhp (en kgN/ha) dépend de la période de destruction de la prairie et de l'âge de la prairie:

Destruction de printemps		Age de la prairie				
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture post destruction	1	20	60	100	120	140
	2	0	0	25	35	40
	3	0	0	0	0	0

Destruction d'automne		Age de la prairie				
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture post destruction	1	10	30	50	60	70
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0

Source: COMIFER

Minéralisation nette due à un retournement de prairies (Mhp) = 5

6 – Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr)

Le tableau suivant donne la valeur de Mr (en kgN/ha) selon la nature de la culture précédente:

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales pailles enfouies	-20	-10
Céréales pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	0
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+1	40	30
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+2	20	20
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain	-10	0
Pois protéagineux	20	10
Prairie	0	0
Pois, Haricots de conserve	20	10
Pomme de terre	20	10
Tournesol	-10	0
Ray-Grass dérobé	-30	0
Soja	20	10
Jachère	cf. tableau suivant	cf. tableau suivant

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source: COMIFER

Le tableau suivant donne la minéralisation nette des résidus de jachère précédente (en kgN/ha):

Type de jachère (espèce dominante)	Age	Période de destruction / 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

Source: COMIFER

Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr) =

6

7 - Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi)

Pour les cultures d'hiver : Le poste MrCi est négligeable donc **MrCi = 0**.

Pour les cultures de printemps : Les valeurs du poste MrCi sont données dans le tableau ci-dessous en kgN/ha:

Espèce	Production de la culture intermédiaire (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction Nov/Déc	Destruction Janvier et au delà	Destruction Nov/Déc	Destruction Janvier et au delà
Crucifères (moutarde, radis...)	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine...	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Graminées de type ray grass	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
Légumineuses	≤ 1	10	20	5	10
	2 (>1 et <3)	20	30	10	20
	≥ 3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (phacélie)	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
Mélanges graminées-légumineuses	≤ 1	5	13	3	5
	2 (>1 et <3)	13	20	5	13
	≥ 3	20	28	13	20
Mélanges crucifères-légumineuses	≤ 1	8	15	3	8
	2 (>1 et <3)	15	23	8	15
	≥ 3	23	30	15	23

* Date d'ouverture du bilan dans certains cas pour des cultures d'été (maïs, pomme de terre...)

Source: COMIFER

Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi) =

7

8 - Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

A défaut d'analyse, la teneur en azote de l'eau d'irrigation est fixée à 40 mg/L (valeur de concentration référence pour le zonage en zone vulnérable).

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue à partir de l'équation suivante:

$$\text{Nirr} = (V/100) * (C/4,43)$$

avec:

V: quantité d'eau apportée en mm

C: concentration de l'eau en nitrate en mg NO₃/l

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau apportée est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Le tableau suivant permet de faire la correspondance entre la hauteur d'eau apportée et le nombre d'unités d'azote correspondant, sur la base de l'équation ci dessus :

Hauteur d'eau apportée (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apportée (kg/ha)	9	11	13	14	16	18	20	22

L'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/l à condition de la justifier par les résultats d'analyse de son eau d'irrigation.

Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette devra être faite pendant la période d'irrigation.

Une feuille déclarative devra être mise en place par l'exploitant pour servir en cas de contrôle.

Azote apportée par l'eau d'irrigation (Nirr) = 8

9 - Azote de la fraction minérale d'un engrais organique (effet direct) (Xa)

La valeur du poste Xa (en kgN/ha) est donnée par le calcul suivant :

$$\text{Xa} = \text{Teneur (kgN/t)} * \text{Keq} * \text{Q effluent épandu (t/ha)}$$

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type d'effluent sont définies dans l'annexe 12.

Les coefficients d'équivalence sont définis dans l'annexe 12.

Xa = teneur * Keq * quantité épandue = 9

10 - Reliquat post-récolte – Azote présent dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Le tableau suivant donne la valeur de Rf (en kgN/ha) en fonction des types de sols:

Type de sols	Réserve Utile (RU)	Sols superficiels RU < 80 mm	Sols moyennement profonds 80 mm < RU < 120 mm	Sols profonds RU > 120 mm
Sols argilo-calcaires		15	15	20
Sols sur craie Nord Vienne		15	15	20
Sols sur craie Sud Charente et Charente-Maritime		15	15	20
Terres rouges à chataigniers		15	20	30
Limons battants		15	20	30
Sols sablo-argileux hydromorphes		15	20	
Terres noires de vallées et marais argileux Marais tourbeux ou fond de vallée			30	40
Sols de terrasses de vallée		15	20	30
Sols sableux		5	10	15
Sols limonoargileux		15	20	30
Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss		15	20	30
Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss		15	20	30

Source: Arvalis-Institut du Végétal

Azote dans le sol à la fermeture du bilan (Rf) =

10

Calcul de l'apport minéral en engrais de synthèse = X

Rappel de l'équation retenue:

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

Soit à partir des postes précédemment établis :

X =	<input type="text"/>	1	-	<input type="text" value="0"/>	2	-	<input type="text"/>	3	-	<input type="text"/>	4	-	<input type="text"/>	5
-	<input type="text"/>	6	-	<input type="text"/>	7	-	<input type="text"/>	8	-	<input type="text"/>	9	+	<input type="text"/>	10

Dans le cas d'un bilan calculé entre 0 et 30 kgN/ha, la dose prévisionnelle à apporter peut être de 30 kg N/ha car il est difficile d'épandre une dose plus faible avec précision.

Dans le cas d'un bilan négatif, aucun engrais ne doit être apporté.

Volatilisation ammoniacale aux dépens des engrais minéraux

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote, qui se place dans la configuration « potentielle » d'efficacité maximale de l'engrais azoté, **ne doit pas tenir compte de la volatilisation ammoniacale des engrais minéraux**. La prise en compte de cette perte, potentiellement très variable, n'intervient pas *a priori* dans le calcul prévisionnel de l'apport total mais fait l'objet d'une analyse de risque à chaque apport pour :

1. Eviter ou réduire la perte ammoniacale par des pratiques adaptées

D'une manière générale, toutes les pratiques culturales qui tendent à maximiser l'efficacité de l'azote apporté (maximisation du coefficient d'utilisation de l'azote) doivent être privilégiées avant de recourir à une majoration de dose. Une liste de ces pratiques est disponible sur le site du COMIFER (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html>)

2. Utiliser une grille d'évaluation du risque avant chaque apport d'azote.

Lorsqu'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tel que l'urée et la solution azotée est apporté en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, une grille d'évaluation du risque de perte d'efficacité permet d'ajuster l'apport prévu en appliquant une majoration de 0 à 15% à cet apport. Cette grille, disponible sur le site Internet du COMIFER (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html>) est utilisable avant chaque apport.

Dans les cas d'apport en plein en cours de culture, sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, d'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tel que l'urée et la solution azotée, cette grille sera considérée comme un « outil de pilotage de la fertilisation » au sens du 3° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 (et de l'article 10 du présent arrêté) et peut donc être utilisée pour justifier d'un apport supérieur à la dose prévisionnelle calculée (dans la limite de la majoration de dose que la grille indique). L'agriculteur devra alors produire la grille d'évaluation de l'apport ayant fait l'objet d'une majoration et les justificatifs prouvant qu'il s'agissait d'un apport en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration.

Annexe 10 : Fertilisation des prairies

Cette fiche a été définie dans le cadre des travaux du groupe régional d'expertise nitrates. Elle correspond à une adaptation de la méthode du bilan azote telle que développée par le COMIFER, à partir des références scientifiques disponibles en Poitou-Charentes.

Équation bilan de fertilisation azotée retenue :

$$X = [(Pf - PO) / CAU] - Xa$$

X: Fertilisation azotée minérale

Pf: Quantité d'azote absorbé par la prairie jusqu'à la récolte

PO: Fourniture globale d'azote minéral par le sol

Xa: Équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

CAU: Coefficient Apparent d'Utilisation de l'azote

1 - Calcul des besoins de la culture (Pf = MS x %N)

- **MS : objectif de production en tMS/ha (tonne de Matière Sèche par hectare)**

Le calcul de l'objectif de production peut se faire selon deux approches:

- 1) Approche globale à partir de la valorisation moyenne de l'herbe de l'exploitation à l'échelle de l'année:

Nombre d'UGB¹ x besoins MS/UGB/an – achats de fourrages +/- variation de stocks
– consommation de maïs ensilage et autres

Les besoins de Matière Sèche par UGB et par an sont fixés à 5 t MS/UGB.

- 2) Sinon, approche parcellaire par les niveaux de production accessible à l'échelle de l'année ou de la saison. Les références à utiliser sont les suivantes:

		Excès d'eau hivernal				
		Nul		Moyen		Fort
Pousse estivale	Forte	Pâture 10 tMS	Fauche + pâture 11 tMS	Pâture 9 tMS	Fauche + pâture 10 tMS	Fauche (+ pâture) 7 tMS
	Ralentie	Pâture 8 tMS	Fauche + pâture 9 tMS	Pâture 7 tMS	Fauche + pâture 8 tMS	Foin (+ pâture) 6 tMS
	Très faible à nulle	Pâture 6 tMS	Fauche + pâture 7 tMS	Pâture 5 tMS	Fauche + pâture 6 tMS	Foin (+ pâture) 4 tMS

Source: COMIFER

¹ UGB: Unité Gros Bétail

- **%N: teneur en azote de l'herbe (kgN/tMS)**

La teneur en azote de l'herbe tient compte du mode d'exploitation dominant de la prairie:

Mode d'exploitation	Kg N/t MS
Pâturage à rotation rapide (retour toutes les 3 semaines) ou continu	30
Pâturage à rotation lente (retour toutes les 5 semaines)	25
Ensilage	25
Foin précoce et Foin de repousse	20
Foin tardif de 1er cycle	15

Source: COMIFER

Besoins de la culture = objectif de production (MS) x teneur en azote de l'herbe (%N) =



1

2 – Fourniture globale d'azote minéral du sol (PO = Mh + Nrest + Fs)

Le terme PO qui globalise les fournitures du sol prend en compte la minéralisation nette de l'azote Mh, la contribution directe des restitutions au pâturage de l'année Nrest et la quantité d'azote fixée par les légumineuses Fs.

- **Mh + Nrest : fourniture d'azote par les sols sous les prairies (en kgN/ha)**

Par souci de simplification les restitutions au pâturage sont intégrées dans les valeurs de fourniture du sol suivantes :

	Pousse estivale très ralentie à nulle	Pousse estivale moyenne	Bonne pousse estivale
Entretien azoté antérieur faible : pas ou peu d'épandage, ou pâture extensive ou faible fertilisation N minéral	45	75	90
Situations intermédiaires	65	105	125
Entretien azoté antérieur fort : épandages fréquents ou pâture intensive ou fertilisation N minéral élevée	90	140	160
Fourniture printemps/Fourniture totale	3/4	2/3	1/2 à 2/3

Source: COMIFER

- **Fs : contribution des légumineuses (en kgN/ha)**

Quantité d'azote fixé dans la biomasse récoltée pour le trèfle blanc (chiffres en gras) et pour les autres légumineuses prairiales (en italique)

Le taux de légumineuses observé en fin de printemps (fin mai à début juillet) donne une bonne indication du taux de légumineuses pondéré annuel.

Rendement annuel	Taux de légumineuse pondéré annuel (%)			
	10	15	20	25
4 tMS	15 - 15	25 - 20	35 - 25	40 - 30
6 tMS	25 - 20	35 - 30	50 - 40	60 - 50
8 tMS	30 - 25	50 - 40	65 - 50	80 - 65
10 tMS	40 - 30	60 - 50	80 - 60	100 - 80

Source: COMIFER

Si les légumineuses représentent moins de 10 %, l'apport d'azote par fixation peut être négligé.

Si les légumineuses représentent plus de 25% au printemps, on considère que le transfert d'azote vers les graminées peut suffire pour satisfaire la totalité des besoins en azote de la prairie. L'apport d'engrais azoté serait alors inutile. En cas d'apport en début de saison, le limiter dans tous les cas à 50 kgN/ha.

Fourniture globale en azote du sol ($PO = Mh + N_{rest} + Fs$) =

2

3 - Azote de la fraction minérale d'un engrais organique (effet direct) (X_a)

La valeur du poste X_a (en kgN/ha) est donnée par le calcul suivant :

$$X_a = \text{Teneur (kgN/t)} * K_{eq} * Q \text{ effluent épandu (t/ha)}$$

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type d'effluent sont définis dans l'annexe 12.

Les coefficients d'équivalence sont définis dans l'annexe 12.

$X_a = \text{teneur} * K_{eq} * \text{quantité épandue} =$

3

Calcul de l'apport minéral en engrais de synthèse = X

Rappel de l'équation retenue:

$$X = [(Pf - PO) / CAU] - Xa$$

La valeur du CAU est de 0,7.

Soit à partir des postes précédemment établis :

$$X = [(\boxed{} \textcircled{1} - \boxed{} \textcircled{2}) / 0,7] - \boxed{} \textcircled{3}$$

Dans le cas d'un bilan calculé entre 0 et 30 kgN/ha, la dose prévisionnelle à apporter peut être de 30 kg N/ha car il est difficile d'épandre une dose plus faible avec précision.

Dans le cas d'un bilan négatif, aucun engrais ne doit être apporté.

Volatilisation ammoniacale aux dépens des engrais minéraux

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote, qui se place dans la configuration « potentielle » d'efficacité maximale de l'engrais azoté, **ne doit pas tenir compte de la volatilisation ammoniacale des engrais minéraux**. La prise en compte de cette perte, potentiellement très variable, n'intervient pas *a priori* dans le calcul prévisionnel de l'apport total mais fait l'objet d'une analyse de risque à chaque apport pour :

1. Eviter ou réduire la perte ammoniacale par des pratiques adaptées

D'une manière générale, toutes les pratiques culturales qui tendent à maximiser l'efficacité de l'azote apporté (maximisation du coefficient d'utilisation de l'azote) doivent être privilégiées avant de recourir à une majoration de dose. Une liste de ces pratiques est disponible sur le site du COMIFER (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html>)

2. Utiliser une grille d'évaluation du risque avant chaque apport d'azote.

Lorsqu'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tel que l'urée et la solution azotée est apporté en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, une grille d'évaluation du risque de perte d'efficacité permet d'ajuster l'apport prévu en appliquant une majoration de 0 à 15% à cet apport. Cette grille, disponible sur le site Internet du COMIFER (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html>) est utilisable avant chaque apport.

Dans les cas d'apport en plein en cours de culture, sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration, d'un engrais à base uréique et/ou ammoniacale tel que l'urée et la solution azotée, cette grille sera considérée comme un « outil de pilotage de la fertilisation » au sens du 3° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 (et de l'article 10 du présent arrêté) et peut donc être utilisée pour justifier d'un apport supérieur à la dose prévisionnelle calculée (dans la limite de la majoration de dose que la grille indique). L'agriculteur devra alors produire la grille d'évaluation de l'apport ayant fait l'objet d'une majoration et les justificatifs prouvant qu'il s'agissait d'un apport en plein en cours de culture sans possibilité d'enfouissement/incorporation ou infiltration.

Annexe 11 : Doses plafond de fertilisation

Cette fiche a été rédigée dans le cadre des travaux du groupe régional d'expertise nitrates, à partir des références scientifiques disponibles en Poitou-Charentes.

Pour les cultures présentées dans cette fiche, la méthode opérationnelle du bilan d'azote minéral du sol prévisionnel n'est pas applicable. La limitation de l'épandage des fertilisants est assurée par la fixation d'une dose plafond d'azote total par hectare.

Toutefois, un raisonnement de la fertilisation conduisant à des doses d'apport inférieures est recommandé.

Ces doses plafond sont exprimées en kg d'azote efficace par hectare.

I - CAS PARTICULIER DES VIGNES :

Certaines vignes ne reçoivent pas d'azote tous les ans. De ce fait, il est possible de raisonner sur 3 ans mais avec un plafond d'azote minéral à l'année.

- Dose plafond annuelle d'azote apporté sous forme minérale¹: 80 kg N/ha
- Dose plafond sur 3 ans d'azote total efficace (minéral+organique) : 240 kg N/ha

II - AUTRES CULTURES :

Les doses plafond totalisent les apports sous forme d'eau d'irrigation, d'engrais organique ou d'engrais minéral, d'où l'équation suivante :

$$X \leq \text{Dose plafond} - \text{Nirr} - X_a$$

X: Fertilisation azotée minérale

Nirr: Apport d'azote par l'eau d'irrigation

Xa: équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduaux organiques

1 - Dose plafond

Légumes :

Espèces		Dose plafond (en kg N/ha)
Pomme de terre	teneur en matière organique du sol supérieure à 2%	120
	teneur en matière organique du sol inférieure à 2%	150
Melon		140
Légumes en maraîchage		Voir tableau page suivante

Source : Chambres d'agriculture de Charente et Charente-Maritime - Association Charentes-Poitou Légumière

¹ y compris part minérale des engrais organo-minéraux
Annexe 11 : Doses plafond de fertilisation

Espèces		Dose plafond (en kg N/ha)	Recommandation en terme de répartition des apports
Ail		150	Fractionnement à la plantation, sortie hiver et au printemps
Artichaut	année 1	60	30 u 1 mois après la plantation. 30U à la formation des capitules
	années suivantes	120	60 U à l'automne – 30 U au printemps – 30 U à la formation des capitules.
Asperge	année 1	50	30 à 50 U fin juin – début juillet.
	année 2	80	60 à 80 U avril à juillet.
	année 3	120	100 à 120 après récolte.
Aubergine		250	60 U maxi à la plantation – le reste à partir nouaison des fruits.
Betterave		170	Avant semis : 40 à 80 U. Le reste en 2 apports (2 et 3 mois après le semis).
Brocoli à jet		120	1/3 à la plantation – le reste : 1 mois après.
Carotte		120	10 à 20 U au semis si nécessaire – le reste en 2 ou 3 fois en cours de culture.
Céleri rave		170	Fractionnement en 2 à 3 fois entre la plantation et le boulage.
Céleri branche		170	Fractionnement en 2 ou 4 fois entre et après la plantation.
Chou de Bruxelles		160	60 u avant plantation – le reste en couverture (2 fois).
Chou pomme		200	Fractionnement en 3 fois : 1/3 avant plantation – 1/3 1 mois après plantation – 1/3 2 mois après plantation.
Chou fleur		170	Fractionnement en 3 fois : 1/3 avant plantation – 1/3 1 mois après plantation – 1/3 2 mois après plantation.
Concombre		170	50 U avant plantation – reste en fractionnement en cours de culture.
Cornichon		100	30 à 40 U à la plantation – reste en cours de culture
Courgette		160	40 à 50 U avant plantation – Fractionnement en cours de culture.
Échalote		110	20 à 30 U à l'installation – le reste en couverture en 2 fois.
Epinard		120	50 % semis ou plantation – 50 % au stade 2 à 3 feuilles.
Fenouil		130	30 U avant plantation – reste en 2 fois entre la reprise et à mi-développement
Fève		30	Avant semis.
Haricot		50	20 à 30 U au semis – le reste éventuellement en cours de culture.
Laitue Batavia		120	40 à 50 U avant plantation – complément au stade 10/12 feuilles.
Mâche		70	30 à 50 U au semis ou plantation – 20 U 3 semaines à 1 mois avant récolte
Navet		80	20 à 40 unités au semis si nécessaire – le reste en couverture au cours du grossissement.
Oignon		170	30 à 50 U avant semis ou plantation. Le reste en fractionnement en cours de culture mais pas plus de 50 U par apport
Persil		170	30 à 50 U avant semis – 20 à 30 U en cours de culture (si besoins) et 30 à 50 U après chaque coupe
Poireau		220	50 à 60 U avant plantation – le reste en fractionnement en cours de culture (1 à 2 apports).
Poivron		170	50 U avant plantation – le reste en fractionnement en cours de culture à partir de nouaison.
Radis		70	En deux fois : au semis et avant le grossissement des racines.
Tomates		170	50 U avant plantation – fractionnement en cours de culture à partir de nouaison du premier bouquet.

Lorsque plusieurs espèces sont cultivées sur la même surface au cours d'une même année culturale, la quantité totale d'azote pouvant être apportée est calculée en ajoutant les doses plafond de chaque espèce cultivée sur cette surface.

Arbres fruitiers :

Espèces	Dose plafond (en kg N/ha)
Pommiers	100
Autres arbres fruitiers	120

Source : Propositions faites par GREN Pays-de-la-Loire

Plantes aromatiques et médicinales :

Espèces	Dose plafond (en kg N/an)
Pavot - œillette	100
Sauge sarclée	60
Basilic	180
Camomille romaine	60
Cassis	60
Chardon Marie	60
Coriandre	140
Estragon	150
Ginkgo	180
Menthe poivrée	260
Persil	320
Thym	160
Aneth	120
Cerfeuil	200
Ciboulette	300
Fenugrec	40
Mélisse officinale	200
Origan sp	140
Psyllium	60
Romarin	100

Source: ITEIPMAI

Semences fourragères et potagères :

Espèces	Dose plafond (en kg N/an)
Pâturin des près	80
Chou fourrager	125
Ciboule	90

Source: FNAMS

Autres cultures :

Pour les cultures non mentionnées, la dose totale d'azote prévisionnelle est plafonnée à 210 kg N total/ ha.

Dose plafond = <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/> 1
--

2 - Azote apportée par l'eau d'irrigation (Nirr)

A défaut d'analyse, la teneur en azote de l'eau d'irrigation est fixée à 40 mg/L (valeur de concentration référence pour la zone vulnérable).

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue à partir de l'équation suivante :

$$\text{Nirr} = (V/100) * (C/4,43)$$

Avec V : quantité d'eau apporté en mm

C = concentration de l'eau en nitrates (mg NO₃/L)

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau apportée est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Le tableau suivant permet de faire la correspondance entre la hauteur d'eau apportée et le nombre d'unités d'azote correspondant, sur la base de l'équation ci dessus :

Hauteur d'eau apportée (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apportée (kgN/ha)	9	11	13	14	16	18	20	22

L'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/l à condition de la justifier par les résultats d'analyse de son eau d'irrigation.

Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette devra être faite pendant la période d'irrigation.

Une feuille déclarative devra être mise en place par l'exploitant pour servir en cas de contrôle.

Azote apportée par l'eau d'irrigation = Nirr = 2

3 - Azote de la fraction minérale d'un engrais organique (Xa)

La valeur de ce poste est donnée par le calcul suivant :

$$\text{Xa} = \%N_{\text{pro}} (\text{kgN/t}) * \text{Kéq} * \text{Q effluent épandu (t/ha)}$$

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type d'effluent sont définis dans l'annexe 12

Les coefficients d'équivalence sont définis dans l'annexe 12.

Xa = %Npro * Kéq * quantité épandue = 3

Calcul de l'apport minéral en engrais de synthèse = X

Rappel de l'équation retenue :

$$X \leq \text{Dose plafond} - \text{Nirr} - X_a$$

Soit à partir des postes précédemment établis :

$$X \leq \boxed{} \textcircled{1} - \boxed{} \textcircled{2} - \boxed{} \textcircled{3}$$

Annexe 12 : Valeurs de référence pour les principaux fertilisants organiques

Teneur en azote total (%Npro)

Le tableau ci-dessous donne les valeurs de référence pour la teneur en azote total des principaux fertilisants organiques. Ces valeurs peuvent être adaptées au niveau de l'exploitation à condition qu'elles soient justifiées par une analyse du fertilisant produit par l'exploitation pour l'année en cours.

Types de Produits Résiduaire Organiques (PRO)		Teneur en azote total (kgN par tonne ou m3 de produit brut)
Compost MIATE* avec support carbonaté de 6 mois et plus		15
Compost de déchets verts	Compost de déchets verts de plus de 6 mois	10
	Compost de déchets verts de moins de 6 mois	10
Compost urbain	Compost de bio-déchets	15
	Compost d'ordures ménagères résiduelles (par TMB)	10
Digestats de méthanisation agricole	Digestats bruts	6
	Fraction liquide après séparation de phase	5,2
	Fraction sèche après séparation de phase	2
Boues activées	Boues activées liquides IAA (C/N = 4,4)	2,9
	Boues activées liquides égouttées IAA (C/N = 4,4)	4,1
	Boues activées liquides urbaines (C/N = 4,9)	1,9
	Boues activées liquides égouttées urbaines (C/N = 4,9)	3,3
	Boues activées filtre presse non chaulées (C/N = 5,9)	13
	Boues activées pâteuses filtre à bandes (C/N = 5,2)	11
	Boues activées lits de séchage (C/N = 5,4)	20,5
	Boues activées lits à rhizophytes (C/N = 5,9)	8
	Boues activées déshydratées chaulées (C/N = 5,3)	10,2
	Boues activées séchées (C/N = 6)	43
Boues digérées	Boues digérées anaérobies liquides IAA (C/N = 4,2)	2,1
	Boues digérées anaérobies déshydratées (C/N = 5,9)	11,3
	Boues digérées anaérobies déshydratées chaulées (C/N = 6)	9,5
	Boues digérées anaérobies séchées (C/N = 6,1)	43
Autres Boues	Boues lit bactérien/disque bio liquides (C/N = 7,5)	1,9
	Boues lit bactérien déshydratées chaulées (C/N = 5)	7,5
	Boues décanteur digesteur (C/N = 8,1)	2,3
	Boues décanteur (C/N = 6 à 9)	2,1
	Boues de curage de lagunes urbaines (C/N = 6 à 11)	1,7
	Boues physicochimiques déshydratées (C/N = 5,5 à 17)	8,8
	Boues physico-chimiques déshydratées chaulées (C/N = 10 à 13)	6,7
Boues digérées traitées thermiquement	Stockage de courte durée sur le site de la station (C/N = 14)	9,8
Compost de boues (C/N = 11,8)		11,5
Matières de vidange (C/N = 11,8)		1,3
Boues de stations d'épuration de papeterie	Boues mixtes papetières C/N<15	4,8
	Boues mixtes papetières 15<C/N<20	4,2
	Boues mixtes papetières 20<C/N<35	2,8
	Boues mixtes papetières	1,6
	Boues de désencrage 40<C/N<70	
Compost de fumier de porcs ou de lisier de porcs + paille (Guervevez)	Compost de fumier de porcs jeune (moins de 6 mois)	6,7
	Compost de fumier de porcs âgé (de 6 à 10 mois)	6,7

Fumier de cheval		8
Fumier d'ovins et caprins		7
Fumier de porcs		8
Fumier de bovins	Fumier de bovin pailleux de litière accumulée	5,8
	Fumier de bovin décomposé d'étable animaux entravés	5,3
Fientes de volaille avec litière		25
Compost de fumiers de bovins	Composts de fumiers de bovins jeune de moins de 6 mois	6,3
	Composts de fumiers de bovins vieux de plus de 6 mois	6,5
Compost de fientes de volaille avec litière	Compost de fientes de volailles avec litière de moins de 6 mois	23
	Compost de fientes de volailles avec litière de 6 mois à 10 mois	23
Fientes de volaille	Fientes de volaille séchées (80%MS)	40
	Fientes de volailles 60 % MS	24
Lisier de porc mixte		3,5
Lisier de bovins	Lisier de bovins dilué système couvert	1,6
	Lisier de bovins non dilué	4,5
Lisier de veaux		1,5
Vinasse de betterave concentrée		20
Vinasse de distillerie		0,2

Source: COMIFER

* MIATE : Matières d'Intérêt Agronomique issues du Traitement des Eaux

Coefficient d'équivalence engrais minéral efficace (Kéq)

Le tableau ci-dessous donne les valeurs de référence pour le coefficient d'équivalence engrais minéral efficace (Kéq) des principaux Produits Résiduaux Organiques (PRO):

Grandes cultures

Types de PRO		Cultures concernées	Période d'apport	Kéq
Compost MIATE* avec support carbonaté de 6 mois et plus		De printemps (type maïs)	Printemps	0,15
		d'automne (blé)	Automne	0,1
Compost de déchets verts	Compost de déchets verts de plus de 6 mois	De printemps (type maïs)	Printemps	0,1
		De printemps (type maïs)	Automne	0,1
		De printemps (type maïs)	Été avant CIPAN	0,1
		d'automne (colza)	Fin été	0,05
		d'automne (blé)	Automne	0,05
	Compost de déchets verts de moins de 6 mois	d'automne (blé)	Automne	0
Compost urbain	Compost d'ordures ménagères résiduelles (par TMB)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,1
		d'automne (blé)	Automne	0,05
Digestats de méthanisation agricole	Digestats bruts	De printemps (type maïs) apport surface	Printemps	0,5
		De printemps (type maïs) injection	Printemps	0,9
		d'automne (colza)	Printemps	0,8
		d'automne (blé)	Printemps	0,65
	Fraction liquide après séparation de phase	De printemps (type maïs)	Printemps	0,7
	Fraction sèche après séparation de phase	De printemps (type maïs)	Printemps	0,3
Boues activées	Boues activées liquides IAA (C/N = 4,4)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,5
	Boues activées liquides égouttées IAA (C/N = 4,4)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,5
	Boues activées liquides urbaines (C/N = 4,9)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,45
	Boues activées liquides égouttées urbaines (C/N = 4,9)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,45
	Boues activées filtre presse non chaulées (C/N = 5,9)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,45
	Boues activées pâteuses filtre à bandes (C/N = 5,2)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,4
	Boues activées lits de séchage (C/N = 5,4)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,4
	Boues activées lits à rhizophytes (C/N = 5,9)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,4
	Boues activées déshydratées chaulées (C/N = 5,3)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,35
	Boues activées séchées (C/N = 6)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,35
Boues digérées	Boues digérées anaérobies liquides IAA (C/N = 4,2)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,5
	Boues digérées anaérobies déshydratées (C/N = 5,9)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,4
	Boues digérées anaérobies déshydratées chaulées (C/N = 6)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,3
	Boues digérées anaérobies séchées (C/N = 6,1)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,3
Autres Boues	Boues lit bactérien/disque bio liquides (C/N = 7,5)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,3
	Boues lit bactérien déshydratées chaulées (C/N = 5)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,3
	Boues décanteur digesteur (C/N = 8,1)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,3
	Boues décanteur (C/N = 6 à 9)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,3
	Boues de curage de lagunes urbaines (C/N = 6 à 11)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,3

	Boues physicochimiques déshydratées (C/N = 5,5 à 17)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,25
	Boues physico-chimiques déshydratées chaulées (C/N = 10 à 13)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,25
Boues digérées traitées thermiquement	Stockage de courte durée sur le site de la station (C/N = 14)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,15
Compost de boues (C/N = 11,8)		De printemps (type maïs)	Printemps	0,15
Matières de vidange (C/N = 11,8)		De printemps (type maïs)	Printemps	0,35
Boues de stations d'épuration de papeterie	Boues mixtes papetières C/N<15	De printemps (type maïs)	Printemps	0,20
	Boues mixtes papetières 15<C/N<20	De printemps (type maïs)	Printemps	0,1
	Boues mixtes papetières 20<C/N<35	De printemps (type maïs)	Printemps	0
	Boues mixtes papetières	De printemps (type maïs)	Printemps	Immobilisation de l'azote du sol à hauteur de 10 à 60 % de l'azote apporté
	Boues de désencrage 40<C/N<70	De printemps (type maïs)	Printemps	
Compost de fumier de porcs et de lisier de porcs + paille (Guernevez)	Compost jeune (moins de 6 mois)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,45
		d'automne (colza)	Fin été	0,2 sur la période du bilan 0,35 sur tout le cycle
		d'automne (blé)	Automne	0,05 sur la période du bilan 0,07 sur tout le cycle
	Compost agé (de 6 à 10 mois)	De printemps (type maïs)	Printemps	0,25
		d'automne (colza)	Printemps	0,1 sur la période du bilan 0,2 sur tout le cycle
Fumier de cheval		De printemps (type maïs)	Eté avant CIPAN	0,2
Fumier d'ovins et caprins		De printemps (type maïs)	Eté avant CIPAN	0,15
Fumier de cheval, caprins et ovins	De printemps (type maïs)	Printemps	0,2	
	d'automne (colza)	Fin été	0,1	
	d'automne (blé)	Automne	0,1	
Fumier de porcs	De printemps (type maïs)	Printemps	0,45	
	De printemps (type maïs)	Automne	0,15	
	De printemps (type maïs)	Eté avant CIPAN	0,15	
	d'automne (colza)	Fin été	0,1 sur la période du bilan 0,35 sur tout le cycle	
	d'automne (colza)	Printemps	0,15	
	d'automne (blé)	Printemps	0,2	
	d'automne (blé)	Automne	0,1 sur la période du bilan 0,12 sur tout le cycle	
Fumier de bovins	Fumier de bovin pailleux	De printemps (type maïs)	Printemps	0,25
		De printemps (type maïs)	Automne	0,1
		De printemps (type maïs)	Eté avant CIPAN	0,1
		d'automne (colza)	Fin été	0,1 sur la période du bilan 0,2 sur tout le cycle
		d'automne (blé)	Automne	0,1
	Fumier de bovin décomposé	De printemps (type maïs)	Printemps	0,3
		De printemps (type maïs)	Automne	0,1 sur la période du bilan 0,15 sur tout le cycle
		De printemps (type maïs)	Eté avant CIPAN	0,2
		d'automne (colza)	Fin été	0,1 sur la période du bilan 0,22 sur tout le cycle
		d'automne (blé)	Automne	0,1 sur la période du bilan 0,12 sur tout le cycle
Fientes de volaille avec litière	Avec incorporation immédiate	De printemps (type maïs)	Printemps	0,6
		d'automne (colza)	Fin été	0,2 sur la période du bilan 0,55 sur tout le cycle
		d'automne (blé)	Automne	0,1
	Avec incorporation dans les 24h	De printemps (type maïs)	Printemps	0,5
		d'automne (blé)	Automne	0,1 sur la période du bilan 0,22 sur tout le cycle
		d'automne (colza)	Fin été	0,17 sur la période du bilan 0,5 sur tout le cycle
	Apport en végétation	d'automne (blé)	Printemps	0,45
		d'automne (colza)	Printemps	0,45
Compost de fumiers de bovins	Composts de fumiers de bovins jeune de moins de 6 mois	De printemps (type maïs)	Printemps	0,2
		d'automne (colza)	Fin été	0,12 sur la période du bilan 0,20 sur tout le cycle
		d'automne (blé)	Automne	0,05 sur la période du bilan 0,11 sur tout le cycle

	Composts de fumiers de bovins vieux de plus de 6 mois	De printemps (type maïs)	Printemps	0,1
		De printemps (type maïs)	Automne	0,15
		De printemps (type maïs)	Eté avant CIPAN	0,15
		d'automne (colza)	Fin été	0,1 sur la période du bilan 0,17 sur tout le cycle
		d'automne (blé)	Automne	0,05 sur la période du bilan 0,1 sur tout le cycle
Compost de fientes de volaille avec litière	Fientes de volaille de plus de 4 mois et compost de fientes de volailles avec litière de moins de 6 mois	De printemps (type maïs)	Printemps	0,45
		d'automne (colza)	Fin été	0,12 sur la période du bilan 0,35 sur tout le cycle
		d'automne (blé)	Automne	0,05 sur la période du bilan 0,14 sur tout le cycle
	Compost de fientes de volailles avec litière de 6 mois à 10 mois	De printemps (type maïs)	Printemps	0,25
Fientes de volaille	Avec incorporation immédiate	De printemps (type maïs)	Printemps	0,65
		De printemps (type maïs)	Automne	0,1
		De printemps (type maïs)	Eté avant CIPAN	0,1
		d'automne (blé)	Automne	0,1
	Avec incorporation dans les 24h	De printemps (type maïs)	Printemps	0,55
Apport en végétation	d'automne (blé)	Printemps	0,45	
Lisier de porc mixte	Avec incorporation immédiate	De printemps (type maïs)	Printemps	0,7
		De printemps (type maïs)	Automne	0,05
		De printemps (type maïs)	Eté avant CIPAN	0,05
		d'automne (colza)	Fin été	0,05 sur la période du bilan 0,65 sur tout le cycle
		d'automne (blé)	Automne	0,05
	Avec incorporation dans les 24h ou sans incorporation dans le cas d'un apport su blé au printemps	De printemps (type maïs)	Printemps	0,5
		De printemps (type maïs)	Automne	0,05 sur la période du bilan 0,48 sur tout le cycle
		De printemps (type maïs)	Eté avant CIPAN	0,05
		d'automne (blé)	Automne	0,05 sur la période du bilan 0,42 sur tout le cycle
		d'automne (colza)	Fin été	0 sur la période du bilan 0,31 sur tout le cycle
Apport en végétation	d'automne (blé)	Printemps	0,6 sur la période du bilan 0,62 sur tout le cycle	
	d'automne (colza)	Printemps	0,56	
Lisier de bovins	Avec incorporation immédiate	De printemps (type maïs)	Printemps	0,65
		De printemps (type maïs)	Automne	0,1
		De printemps (type maïs)	Eté avant CIPAN	0,1
		d'automne (blé)	Automne	0,1
		d'automne (colza)	Fin été	0,15 sur la période du bilan 0,4 sur tout le cycle
	Avec incorporation dans les 24h	De printemps (type maïs)	Printemps	0,5
		d'automne (colza)	Fin été	0,1 sur la période du bilan 0,35 sur tout le cycle
	Apport en végétation	d'automne (blé)	Printemps	0,5
d'automne (colza)		Printemps	0,4	
Lisier de veaux	Avec incorporation immédiate	De printemps (type maïs)	Printemps	0,7
	Avec incorporation dans les 24h	De printemps (type maïs)	Printemps	0,5
Vinasse de betterave concentrée		De printemps (type maïs)	Printemps	0,5
		De printemps (type betterave)	Printemps	0,65
		De printemps (type maïs)	Eté avant CIPAN	0,1
		d'automne (blé)	Automne	0,15
		d'automne (blé)	Printemps	0,45
		d'automne (colza)	Fin été	0,15
		d'automne (colza)	Printemps	0,45

Source: COMIFER

* MIATE : Matières d'Intérêt Agronomique issues du Traitement des Eaux

Dans le cas d'apports avant l'ouverture du bilan d'engrais organiques libérant rapidement de l'azote, ont été distinguées:

- une valeur sur « la période du bilan ».

Elle doit être utilisée en veillant à avoir une bonne estimation de des termes Pi et Ri car les apports estivaux ont pu les augmenter de manière considérable.

Il importe que les quantités d'azote disponibles à l'automne pour le colza n'excèdent pas sa capacité d'absorption.

- une valeur sur « tout le cycle » fournie à titre indicatif.

Cette valeur doit cependant être utilisée dans la méthode avec CAU (équation 2) sur les sols argilo-calcaires et les terres rouges à châtaigniers.

Prairies

Types de PRO	Période d'apport	Mode d'apport	Kéq
Fumiers de bovins	Automne - hiver	En surface	0,2
	Printemps	En surface	0,05
Compost de fumiers de bovins	Automne - hiver	En surface	0,15
	Printemps	En surface	0
Fumier de porcs	Automne - hiver	En surface	0,4
	Printemps	En surface	0,4
Compost de fumier de porcs	Automne - hiver	En surface	0,2
	Printemps	En surface	0,2
Lisier de bovins	Printemps – début été*	En surface	0,4
	Printemps	Enfoui	0,5
Lisier de porcs	Printemps	En surface	0,5
	Printemps	Enfoui	0,6
	Fin d'été (prairie de plus de 6 mois)**	En surface	0,3

Source: COMIFER

* Le début de l'été est valable pour les régions arrosées (ou années pluvieuses des zones séchantes)

** sur prairies de plus de 6 mois, cette pratique est de façon générale peu recommandée car elle présente des risques de lixiviation importants durant l'hiver. Il faut veiller à ajuster la quantité d'azote efficace apporté à la capacité d'absorption de la prairie à cette période.

En l'absence de référence pour un produit résiduaire organique épandu, l'exploitant déterminera une valeur de Npro et de kéq en se basant sur des produits proches dans la liste fournie par la présente annexe.

Annexe 13 : Types de sols

Cette fiche a été rédigée dans le cadre des travaux du groupe régional d'expertise nitrates, à partir des références scientifiques disponibles en Poitou-Charentes.

Nom	Sols argilo-calcaires	Sols sur craie		Terres rouges à châtaigniers	Limons battants	Sols sablo-argileux hydromorphes	Terres noires de vallées, terres de pays bas, marais argileux et marais tourbeux de fond de vallée	Sols de terrasse de vallée	Sols sableux	Sols limono-argileux	Sols argileux sur granite, schiste ou gneiss	Sols limoneux sur granite, schiste ou gneiss
Autres noms	Groies	Aubues	Terres de Champagnes	Argiles rouges à silex		Brandes Sables limoneux / Argiles sableuses (SL/AS) Doucins hydromorphes				Bornais Doucins		
% Argile	15 à 45	15 à 50	15 à 50	12 à 40	≤ 15	≤ 15	> 25	5 à 45	≤ 10	15 à 30	> 30	10 à 30
% CaCO ₃	20 à 30	20 à 50	20 à 50		0	0	10 à 60	0 à 30		0	0	0
% MO	3 à 9	3 à 9	3 à 9	1 à 3	1 à 2	1 à 3	4 à 17	1 à 4	≤ 2	1 à 4	2 à 3	autour de 2
Hydromorphie	possible	possible	possible	possible	souvent	souvent	souvent	souvent	possible	possible	possible	possible
% cailloux	0 à 50	0 à 30	0 à 30	0 à 80	possible	0 à 20	0	0 à 25	0 à 20	0	0 à 10	0 à 10
Profondeur enracinement	30 à 150	30 à 150	30 à 150	20 à 150	50 à 150	50 à 150	Limité dans certains cas par la nappe	50 à 100	30 à 150	50 à 100	30 à 100	30 à 100
RU	50 à 150	75 à 150	75 à 150	50 à 150	80 à 180	< 80	> 150	30 à 125	30 à 150	70 à 150	30 à 150	30 à 150
Localisation fréquente	Tout Poitou-Charentes	Nord 86, 16	Sud 16 et 17	Mellois sud ouest 86, nord 16 (Ruffec à Confolens)	Tout Poitou-Charentes	Sud est 86 nord-est 16 et sud 17	Marais de Poitou-Charentes, Nord Cognac et vallées	Tout Poitou-Charentes	Tout Poitou-Charentes	Tout Poitou-Charentes	Nord 79 bordure limousin 86 et 16	Nord 79, bordure limousin 86 et 16
Remarque							Nappe en sous-sol dans certains cas				Blocs possibles en surface	Blocs possibles en surface

Annexe 14 : Plan Prévisionnel de Fumure

Modèle de PPF pour les cultures (hors prairies) - Tous types de sol

Campagne culturale :

	Identifiant de l'îlot (numéro PAC)	Îlot n°1	îlot n°2
	Surfaces de l'îlot cultural (ha)		
	Précédent cultural		
	Interculture précédente		
	Culture pratiquée		
	% de légumineuses pour les associations (*)		
	Date d'ouverture du bilan (*)		
	Date de semis		
	Type de sol		
	Analyse de sol (*)	Reliquat azoté : ...UN/ha Matière organique : ... % Ntotal : ...UN/ha	Reliquat azoté : ...UN/ha Matière organique : ... % Ntotal : ...UN/ha
Besoins (*)	Objectif de rendement (q/ha ou tMS/ha ou kg/ha)	y	
	Besoin par q ou par tMs ou par kg	b	
	Besoin totaux en azote de la culture (uN/ha)	Pf	
Fournitures d'azote par le sol (*)	Azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan	Pi	
	Reliquat azoté à l'ouverture du bilan	Ri	
	Minéralisation de l'Humus	Mh	
	Minéralisation nette due au retournement de prairies	Mhp	
	Minéralisation nette des résidus de culture du précédent	Mr	
	Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaires	MrCi	
	Reliquat azoté post-récolte à la fermeture du bilan	Rf	
Besoins – Fourniture (*)	Quantité d'azote nécessaire =Pf-Pi-Ri-Mh-Mhp-Mr-MrCi+Rf	C	
Irrigation	Teneur en azote de l'eau d'irrigation		analyse : ... mg/l par défaut : 40 mg/l
	Volume total par hectare (mm/ha)		
	Azote apporté par l'irrigation	Nirr	
Apport organique (à renseigner pour chaque apport organique prévu)	Période d'apport envisagée		
	Superficie concernée (ha)		
	Nature de l'effluent organique		
	Teneur en azote (unités par tonne ou m3)	Npro	
	Quantité d'effluent par ha (tonnes ou m3)		
	Quantité d'azote total par ha (UN/ha)		
	Coefficient d'équivalence engrais minéral	Kéq	
Quantité d'azote efficace par ha (UN/ha)	Xa		
Besoins – Fourniture – Irrigation – Apports organiques (*)	Calcul de la fertilisation azotée minérale =C – Nirr - Xa	X	
Apport minéral (à renseigner pour chaque apport minéral prévu)	Période d'apport envisagée		
	Superficie concernée (ha)		
	Unité d'azote apportée (UN/ha)		

(*) Élément non exigé dans le PPF lorsque l'îlot cultural ne reçoit aucun fertilisant azoté ou une quantité totale d'azote <50kgN/ha

Modèle de PPF pour les cultures (hors prairies) - Sols argilo-calcaires et terres rouges à châtaigniers (méthode CAU)

Campagne culturale :

	Identifiant de l'îlot (numéro PAC)	Îlot n°1	îlot n°2
	Surfaces de l'îlot cultural (ha)		
	Précédent cultural		
	Interculture précédente		
	Culture pratiquée		
	% de légumineuses pour les associations (*)		
	Date d'ouverture du bilan (*)		
	Date de semis		
	Type de sol		
	Analyse de sol (*)	Reliquat azoté : ...UN/ha Matière organique : ... % Ntotal : ...UN/ha	Reliquat azoté : ...UN/ha Matière organique : ... % Ntotal : ...UN/ha
Besoins (*)	Objectif de rendement (q/ha ou tMS/ha ou kg/ha)	y	
	Besoin par q ou par tMs ou par kg	b	
	Besoin totaux en azote de la culture (uN/ha)	Pf	
Fournitures d'azote par le sol (*)	Fourniture du sol	Po	
	Minéralisation nette des résidus de culture du précédent	Mr	
	Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaires	MrCi	
Besoins – Fourniture (*)	Quantité d'azote nécessaire =Pf-Po-Mr-MrCi	C	
Irrigation	Teneur en azote de l'eau d'irrigation		analyse : ... mg/l par défaut : 40 mg/l
	Volume total par hectare (mm/ha)		
	Azote apporté par l'irrigation	Nirr	
Apport organique (à renseigner pour chaque apport organique prévu)	Période d'apport envisagée		
	Superficie concernée (ha)		
	Nature de l'effluent organique		
	Teneur en azote (unités par tonne ou m3)	Npro	
	Quantité d'effluent par ha (tonnes ou m3)		
	Quantité d'azote total par ha (UN/ha)	Kéq	
	Coefficient d'équivalence engrais minéral		
Quantité d'azote efficace par ha (UN/ha)	Xa		
(Besoins – Fourniture – Irrigation)/CAU – Apports organiques (*)	Calcul de la fertilisation azotée minérale = (C – Nirr)/0,8 - Xa	X	
Apport minéral (à renseigner pour chaque apport minéral prévu)	Période d'apport envisagée		
	Superficie concernée (ha)		
	Unité d'azote apportée (UN/ha)		

(*) Élément non exigé dans le PPF lorsque l'îlot cultural ne reçoit aucun fertilisant azoté ou une quantité totale d'azote <50kgN/ha

Modèle de PPF pour les prairies

Campagne culturale :

	Identifiant de l'îlot (numéro PAC)	Îlot n°1	îlot n°2
	Surfaces de l'îlot cultural (ha)		
	Précédent cultural		
	Interculture précédente		
	Culture pratiquée		
	% de légumineuses pour les associations (*)		
	Date d'ouverture du bilan (*)		
	Date de semis		
	Type de sol		
	Analyse de sol (*)	Reliquat azoté : ...UN/ha Matière organique :... % Ntotal :...UN/ha	Reliquat azoté : ...UN/ha Matière organique :... % Ntotal :...UN/ha
Besoins (*)	Objectif de production (tMS/ha)	MS	
	Teneur en azote de l'herbe (kgN/tMS)	%N	
	Besoin totaux en azote de la culture (uN/ha)	Pf	
Fournitures d'azote par le sol (*)	Type d'entretien azoté antérieur		
	Pousse estival		
	Proportion de légumineuses		
	Fourniture du sol	Po	
Besoins – Fourniture (*)	Quantité d'azote nécessaire =Pf-Po	C	
Apport organique (à renseigner pour chaque apport organique prévu)	Période d'apport envisagée		
	Superficie concernée (ha)		
	Nature de l'effluent organique		
	Teneur en azote (unités par tonne ou m3)	Npro	
	Quantité d'effluent par ha (tonnes ou m3)		
	Quantité d'azote total par ha (UN/ha)	Kéq	
	Coefficient d'équivalence engrais minéral		
	Quantité d'azote efficace par ha (UN/ha)	Xa	
(Besoins – Fourniture)/CAU – Apports organiques (*)	Calcul de la fertilisation azotée minérale =C/0,7 - Xa	X	
Apport minéral (à renseigner pour chaque apport minéral prévu)	Période d'apport envisagée		
	Superficie concernée (ha)		
	Unité d'azote apportée (UN/ha)		

(*) Élément non exigé dans le PPF lorsque l'îlot cultural ne reçoit aucun fertilisant azoté ou une quantité totale d'azote <50kgN/ha

Modèle de PPF pour les cultures avec plafond

Campagne culturale :

	Identifiant de l'îlot (numéro PAC)	Îlot n°1	îlot n°2
	Surfaces de l'îlot cultural (ha)		
	Précédent cultural		
	Interculture précédente		
	Type de prairie		
	Date de semis		
	Type de sol		
	Analyse de sol (*)	Reliquat azoté : ...UN/ha Matière organique : ... % Ntotal :...UN/ha	Reliquat azoté : ...UN/ha Matière organique : ... % Ntotal :...UN/ha
	Dose plafond autorisée (UN/ha)	DP	
Irrigation	Teneur en azote de l'eau d'irrigation		analyse : ... mg/l par défaut : 40 mg/l
	Volume total par hectare (mm/ha)		
	Azote apporté par l'irrigation	Nirr	
Apport organique (à renseigner pour chaque apport organique prévu)	Période d'apport envisagée		
	Superficie concernée (ha)		
	Nature de l'effluent organique		
	Teneur en azote (unités par tonne ou m3)	Npro	
	Quantité d'effluent par ha (tonnes ou m3)		
	Quantité d'azote total par ha (UN/ha)	Kéq	
	Coefficient d'équivalence engrais minéral		
	Quantité d'azote efficace par ha (UN/ha)	Xa	
Besoins – Fourniture – Irrigation – Apports organiques	Calcul de la fertilisation azotée minérale $X < DP - Nirr - Xa$	X	
Apport minéral (à renseigner pour chaque apport minéral prévu)	Période d'apport envisagée		
	Superficie concernée (ha)		
	Unité d'azote apportée (UN/ha)		

(*) Élément non exigé dans le PPF lorsque l'îlot cultural ne reçoit aucun fertilisant azoté ou une quantité totale d'azote <50kgN/ha