

**Annexe 1**  
**Fiche « Céréales à pailles »**  
**(Blé tendre, Blé dur, Orge, Triticale, Avoine, Seigle)**

Le raisonnement de la fertilisation est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports qui peuvent être fournis par le sol et ceux apportés par les exploitants au cours de la campagne culturale.

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

Dose totale d'azote à apporter = besoins de la culture - fournitures du sol - les apports organiques

### **I – Ecriture opérationnelle**

Ecriture simplifiée de l'équation du bilan azoté (Equation [4] du COMIFER) :

$$X = [Pf + L* + Rf] - [Pi* + Ri + Mh + Mhp + Mr + MrCI + Nirr] / CAU - Xa$$

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 : Reliquat azoté à l'ouverture du bilan

Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

Mr : Minéralisation nette de résidus de récolte

Mr CI : Minéralisation nette de résidus de cultures intermédiaires

Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

X : Apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse : dose totale à apporter

Xa : Equivalent engrais minéral d'un produit organique

CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais

L : Pertes par lixiviation des nitrates

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

**\*Les paramètres Pi et L sont comptabilisés dans le Ri dans la méthode Sud Ouest.**

### **II – Descriptif des termes de l'écriture opérationnelle**

#### **1- Les besoins en azote de la culture (quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan) : Pf.**

Les plantes absorbent l'azote en fonction de leurs besoins et de sa disponibilité dans le sol. L'objectif du raisonnement de la fertilisation est d'apporter la quantité d'azote nécessaire à l'obtention du potentiel de rendement sans négliger l'objectif de qualité.

Besoins des cultures (Pf) = (besoins de la plante x objectif de rendement) + azote restant après la récolte

$$Pf = (b \times y) + Rf$$

Pf = quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (besoins de la plante)

b = besoins par unité de production

y = Objectif de rendement

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

#### **1.1 Besoins par unité de production (b)**

Ce chiffre est fonction de l'espèce et de la variété pour les blés tendres et les blés durs. Il tient compte pour le blé tendre améliorant et le blé dur des objectifs de teneur en protéines qui leur sont assignés.

Tableau 1 : besoins en azote des cultures pour produire 1 quintal de grain (b). Source ARVALIS

Culture	Unité de production	Valeur b (kg N/unité prod.)
Avoine	q (norme hum.) /ha	2.2
Blé tendre	q (norme hum.) /ha	3.0 * (selon variétés)
Blé tendre, variétés améliorantes	q (norme hum.) /ha	3.5 * (selon variétés/région)
Blé dur	q (norme hum.) /ha	3.5 * (selon variétés/région)
Orge d'hiver	q (norme hum.) /ha	2.5
Orge de printemps	q (norme hum.) /ha	2.5 *
Seigle	q (norme hum.) /ha	2.3
Triticale	q (norme hum.) /ha	2.6

Tableau 2 : besoins en azote du blé tendre (b). Source ARVALIS

Blé tendre d'hiver		REPARTITION DES VARIETES SELON LEUR BESOIN EN AZOTE (Coefficient b)		2012
GROUPE	VARIETES			
<b>b = 2,8</b>	Accroc, (Adhoc), Ambition, Amundsen, Andalou, Aramis, Arlequin, Bermude, Expert, Glasgow, Hekto, (Hybery), Hymack, Hyscore, Hystar, Hysun, Istabraq, JB Diego, Lear, Oakley, (Pakito), Parador, Perfector, Pierrot, Prevert, Roysac, Scipion, Scor, Selekt, Sobbel, (Sokal), Sponsor, (Sweet), Trapez, Trémie, Viscount			
<b>b = 3,0</b>	Adequat, Aldric, Alligator, Alixan, Altigo, Altria, Amador, Andino, Apache, Aprilio, Arezzo, Aristote, (Arkeos), (As de cœur), Attitude, Aurele, Autan, Bagou, Barok, Bastide, Boisseau, Boregar, Boston, (Brentano), Campero, Catalan, Celestin, (Centenaire), Charger, Chevron, Compil, Cordiale, Dialog, Dinosor, Epidoc, Ephoros, Equilibre, Euclide, (Flaubert), Fluor, (Folklor), (Forblanc), Galopain, (Garantus), Garcia, Goncourt, Haussmann, Hybred, Hyxo, Illico, (Innov), Isengrain, (Kalystar), Karillon, Marcelin, Maxwell, (Minotor), Nirvana, Nucleo, Orcas, Orvantis, Oxebo, Paledor, Pepidor, Perceval, Phare, Plainedor, Pr22r20, Pr22r28, Pr22R58, Premio, Razzano, Richepain, Rochfort, Rodrigo, Rosario, Rustic, Sankara, Seyrac, Sirtaki, Sogood, Solehio, Sollario, Swinggy, Toisonдор, Uski			
<b>b = 3,2</b>	Accor, Adagio, (Aerobic), Allez y, (Altamira), Ambello, (Amerigo), Athlon, Atlass, Aubusson, Avantage, Azimut, Azzerti, Camp-Rémy, Caphorn, CCB Ingenio, Cézanne, Chevalier, Croisade, Exelcior, Exotic, Farandole, Frelon, Galactin, Graindor, Instinct, Interet, Iridium, Isidor, Kalango, Koreli, Limes, Lukullus, Manager, Mendel, Mercato, Miroir, Musik, Nogal, Nuage, Oratorio, Paindor, Racine, Recital, (Ressor), Saint Ex, Samurai, Soissons, (Sophyttra), Sorrial, Sy Alteo, Valodor, (Zinal)			
<b>b = 3,5</b>	Antonius, Arfort, Courtot, Bagatelle 007, Bologna, Bussard, CH Nara, Esperia, (Florina), Florence Aurore, Furio, Galibier, Hyno-rista, Levis, Logia, Lona, (Ludwig), Monopole, Pireneo, Qualital, Quality, Quebon, Renan, Runal, Saturnus, Sebasto, Segor, Somme, Stefanus, Tamaro, Togano, Trofeo, (Turelli), Valbona			

•Les variétés de blés améliorants non référencées ici sont positionnées par défaut en classe b = 3,5  
**Attention**, cette année dans certaines régions (ex Centre-IdF-Ouest), une adaptation plus précise du coeff b pour ces types de blés a été réalisée. Pour ces situations, utiliser le tableau régional.

•Le classement est provisoire pour les variétés entre parenthèses  
 •Les autres variétés non référencées ici et non améliorantes sont positionnées par défaut en b = 3,0

*Cette répartition pourra être soumise à des modifications avec l'acquisition de nouvelles références*

Tableau 3 : besoins en azote du blé dur (b). Source ARVALIS

Variétés	Classe de % protéines	Groupe de b <sub>c</sub>	b (b+b) <sub>q</sub> <sub>c</sub> : besoin d'azote par quintal produit à 14.5 % de protéines
Pescadou	> 14,5 %	b <sub>c</sub> = 0,0	3.5
Biensur - Karur - Cultur - SY Banco	[ 13.7% ; 14.5% ]	b <sub>c</sub> = 0,2	3.7
Alexis - Fabulis - Miradoux - Sculptur –Sy Cysco	[ 13.2 % ; 13.7% ]	b <sub>c</sub> = 0,4	3.9
Aventur - Tablur	< 13.2 %	b <sub>c</sub> = 0,6	4.1

### 1.2 Rendement objectif (y)

Il s'agit du rendement prévisionnel calculé selon les modalités stipulées à l'article 2 – 2° de l'arrêté préfectoral établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Midi-Pyrénées.

### 1.3 Reliquats d'azote à la récolte (Rf)

Le besoin de la culture tient aussi compte du fait qu'il reste de l'azote dans le sol à la récolte (tableau ci-dessous) que les racines n'ont pas été capables d'extraire.

Tableau 4 : Azote minéral restant dans le sol à la récolte (kg N/q grain produit).

Source : INRA 2012

Epaisseur de sol	Sol léger	Sol limoneux	Sol argileux	Sol de craie
	Arg<15%	15%<Arg<30%	Arg>30%	
	L<45%	L>45%		
	CaCO <sub>3</sub> <10%	CaCO <sub>3</sub> <10%		CaCO <sub>3</sub> >40%
Sol superficiel (0 à 30 cm)	5	10	15	15
Sol profond (0 à 60 cm)	10	15	20	20
Profond (0 à 90 cm)	15	20	30	30
Très profond (0 à 120 cm)	20	30	40	40

Source : AZOBIL, INRA, 2012

## 2- Les fournitures en azote du sol

### 2.1. Ri : Reliquat azoté à l'ouverture du bilan

Le reliquat d'azote minéral peut être issu d'une analyse de sol à l'ilot cultural. A défaut, il peut être estimé selon la formule décrite ci-dessous. Il est aussi fourni annuellement par le modèle d'Arvalis et diffusé par les opérateurs agricoles.

L'ouverture du bilan est au stade « épi 1 cm » si le Ri est calculé et à la date de la mesure de Ri si ce dernier est analysé. La période d'analyse recommandée est avant la montaison, soit entre février et mars.

### La formule de calcul du Ri :

$Ri = (\text{valeur du A} + \text{Azote apporté au précédent} - \text{Azote consommé par le précédent} + Xa) * \text{Coefficient lié au lessivage}$

Ce calcul du Ri intègre les paramètres Pi et L que l'on retrouve dans l'équation [4] du Comifer.

A : Fourniture en azote du sol par la minéralisation. Cette valeur est actualisée tous les ans et fournie par Arvalis.

Xa : Apport d'azote organique avant l'ouverture du bilan.

### 2-1-1 : Azote du sol minéralisé l'année précédente : A

Cette donnée est recalculée tous les ans par modélisation et validée par des analyses de reliquats azotés.

### 2.1.2. Azote consommé par le précédent – cas des précédents céréales, oléagineux

N consommé par le précédent = rendement réalisé \* N unitaire absorbé

Tableau : valeur de N absorbé par unité de rendement du précédent en kg N par q de grain ou par tonne de MS

Précédent	Pailles enfouies	Pailles exportées ou brûlées
Blé dur	0,3 + Besoin unitaire	Besoin unitaire
Blé tendre	0,3 + Besoin unitaire	Besoin unitaire
Orge, avoine	0,3 + Besoin unitaire	Besoin unitaire
Triticale, Seigle	0,3 + Besoin unitaire	Besoin unitaire
Colza	6,0	
Tournesol	4,0	
Maïs grain	2,5	
Maïs ensilage		12
Sorgho grain	2,8	
Sorgho ensilage		13

### 2.1.3 : Azote consommé par le précédent - Cas des légumineuses, jachères et prairies

Ces précédents doivent être considérés différemment.

Tableau : contribution du précédent légumineuse au reliquat d'azote :

	kg N /ha
Pois	30 + 0,5 A
Fèverole , Lupin	20+ 0,4 A
Soja	20 + 0,3 A

### 2.1.4 : Coefficient lié au lessivage

Cumul des pluies du 1 <sup>er</sup> octobre au 1 <sup>er</sup> mars									
Pluviométrie	100 mm	150 mm	200 mm	250 mm	300 mm	350 mm	400 mm	450 mm	500 mm
<b>Profondeur de sol : 90 cm</b>									
Argileux	1,00	1,00	0,98	0,94	0,88	0,74	0,54	0,35	0,22
Limoneux	1,00	0,95	0,92	0,85	0,66	0,42	0,23	0,13	0,09
Sableux	0,62	0,37	0,13	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
<b>Profondeur de sol : 60 cm</b>									
Argileux	1,00	1,00	0,91	0,66	0,39	0,21	0,12	0,09	0,07
Limoneux	1,00	0,95	0,79	0,44	0,2	0,1	0,07	0,06	0,06
Sableux	0,24	0,06	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
<b>Profondeur de sol : 30cm</b>									
Argileux	0,61	0,26	0,11	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Limoneux	0,5	0,16	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05
Sableux	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Source : « Gérer la Fertilisation Azotée des céréales à pailles dans le Sud - Ouest » - ITCF (2002)

### 2.2. Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

C'est une estimation prévisionnelle de la quantité d'azote provenant de la minéralisation de l'humus, qui sera disponible pour la céréale pendant sa croissance.

Sols avec moins de 20% de calcaire total	50 kg N/ha
Sols avec plus de 20% de calcaire total	30 kg N/ha

### 2.3 : Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

-a- destruction de printemps			Age de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de ma culture post destruction	1	maïs	20	60	100	120	140
	2	maïs ou blé	0	0	25	35	40
	3	maïs ou blé	0	0	0	0	0
-b- destruction d'automne			Age de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de ma culture post destruction	1	blé	10	30	50	60	70
	2	maïs ou blé	0	0	0	0	0
	3	maïs ou blé	0	0	0	0	0

**Tableaux a et b** : Effets azote prairie sur le supplément de minéralisation (en kg N/ha) du bilan azoté  
Les valeurs représentent le supplément de minéralisation pour la période d'établissement prévisionnel de chaque culture (semis-récolte pour le maïs, 15 février-récolte pour le blé)

-c- les valeurs des tableaux a et b sont à multiplier par les valeurs suivantes selon la proportion de fauches dans le mode d'exploitation de la partie de RGA pur :	effet du mode d'exploitation	
	RGA pur	Association RGA-TB
Pâture intégrale	1	1
Fauche + pâture	0,7	1
Fauche intégrale	0,4	1

**Tableau c** : prise en compte du mode d'exploitation

Source : ARVALIS-Institut du végétal, INRA, CRAB

La destruction de prairie s'accompagne d'une minéralisation d'azote.

## 2.4 Mr : Minéralisation nette de résidus de récolte

Nature du précédent	Mr (KgN/ha)	
	Date d'ouverture du bilan (date de mesure du reliquat azoté)	
	Février	Mars-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	30
Luzerne (retournement fin d'été/début automne) : année n + 1	40	0
Luzerne ( retournement fin d'été/début automne) : année n+2	20	20
Luzerne ( retournement printemps)		
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain	-10	0
Pois protéagineux	20	10
Prairie	0	0
Pois, haricots de conserve	20	10
Pommes de terre	20	10
Tournesol	-10	0
Ray-Grass dérobé	-10	0
Soja	20	10

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

Source : ARVALIS-Institut du végétal, INRA, 2012

## 2.5 Mr CI : Minéralisation nette de résidus de cultures intermédiaires

	Production de la CI (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction Nov/déc	Destruction >janv	Destruction Nov/déc	Destruction >janv
Crucifères (moutarde, radis,...)	<=1	5	10	0	5
	2 (>1et<3)	10	15	5	10
	>=3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine,...	<=1	0	5	0	0
	2 (>1et<3)	5	10	0	5
	>=3	10	15	5	10
Graminées de type Ray-grass	<=1	5	10	0	5
	2 (>1et<3)	10	15	5	10
	>=3	15	20	10	15
Légumineuses	<=1	10	20	5	10
	2 (>1et<3)	20	30	10	20
	>=3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (Phacélie)	<=1	0	5	0	0
	2 (>1et<3)	5	10	0	5
	>=3	10	15	5	10
Mélanges graminées – légumineuses	<=1	5	13	3	5
	2 (>1et<3)	13	20	5	13
	>=3	20	28	13	20
Mélanges crucifères – légumineuses	<=1	8	15	3	8
	2 (>1et<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 : Brochure "Cultures Intermédiaires - Impacts et Conduite", ARVALIS/CETIOM/ITB/ITL, août 2011

### 3- Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan : Pi

Ce poste est inclus dans Ri dans la méthode Sud-Ouest :  
le Ri calculé est une quantité d'azote minéral, que l'on va retrouver dans le sol et dans la plante en sortie d'hiver.

### 4- Les apports d'azote

#### 4.1 Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

Cet apport est considéré comme négligeable sur céréales.

#### 4.2 Xa : apports fournis par les produits résiduels organiques

$$Xa = Q * Npro * Keq$$

avec

Q = m<sup>3</sup> ou tonnes épandues / ha

Npro = teneur en N total du produit résiduel organique

Keq = coefficient d'équivalence en engrais minéral des principaux fertilisants azotés organiques

Les valeurs Npro et Keq sont fournies en annexe 14 de l'arrêté régional)

### **4.3 CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais**

Pour des raisons liées aux implantations des cultures (structure du sol) ou aux conditions climatiques (excès d'eau) ou sanitaires (maladies), l'azote apportée par les engrais azotés n'est pas utilisé à 100%. Cela conduit à diviser les besoins de la culture moins la fourniture d'azote par le sol par un CAU.

Conditions	CAU
Sol bien structuré, bien drainé et culture bien implantée	0.9
Excès d'eau Mauvaise structure du sol Blé/blé Maladies du pied ou précoces sur feuillage	0.8
Cumul de plusieurs causes précédentes Excès d'eau important et fréquent	0.6*

\* ne pas omettre d'adapter l'objectif de rendement à ces conditions



**Annexe 2**  
**« Fiche maïs »**  
**(maïs grain, maïs fourrage, maïs semence, maïs doux)**

Le raisonnement de la fertilisation est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports qui peuvent être fournis par le sol et ceux apportés par les exploitants au cours de la campagne culturale.

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

Dose totale d'azote à apporter = besoins de la culture - fournitures du sol - les apports organiques

### **I – Ecriture opérationnelle**

Ecriture simplifiée de l'équation du bilan azoté (Equation [4] du COMIFER) :

$$X = [Pf + L^* + Rf] - [Pi^* + Ri + Mh + Mhp + Mr + MrCI + Nirr] / CAU - Xa$$

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 : Reliquat azoté à l'ouverture du bilan

Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

Mr : Minéralisation nette de résidus de récolte

Mr CI : Minéralisation nette de résidus de cultures intermédiaires

Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

X : Apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse : dose totale à apporter

Xa : équivalent engrais minéral d'un produit organique

CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais

L : Pertes par lixiviation des nitrates

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

**\*Les paramètres Pi et L sont comptabilisés dans le Ri dans la méthode Sud Ouest.**

### **II – Descriptif des termes de l'écriture opérationnelle**

#### **1- Les besoins en azote de la culture (quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan) : Pf.**

Les plantes absorbent l'azote en fonction de leurs besoins et de sa disponibilité dans le sol. L'objectif du raisonnement de la fertilisation est d'apporter la quantité d'azote nécessaire à l'obtention du potentiel de rendement sans négliger l'objectif de qualité.

Besoins des cultures (Pf) = (besoins de la plante x objectif de rendement) + azote restant après la récolte

$$Pf = (b \times y) + Rf$$

Pf = quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (besoins de la plante)

b = besoins par unité de production

y = Objectif de rendement

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

### **1.1 Besoins par unité de production (b)**

Tableau suivant : besoins en azote des cultures pour produire 1 quintal de grain

Type	Rendements	Besoin N (kg / q)
Maïs grain	< 100 q / ha	2,3
	100 à ≤ 120 q / ha	2,2
	> 120 q / ha	2,1
Maïs fourrage	< 18 T MS / ha	13
	> 18 T MS / ha	12
Maïs semence	< 30 q / ha	6
	30 à ≤ 40 q / ha	5,3
	40 à ≤ 50 q / ha	4,5
	50 q / ha	3,8
Maïs doux	Epis sans spathes	10
	Epis avec spathes	12

### **1.2 Rendement objectif (y)**

Il s'agit du rendement prévisionnel calculé selon les modalités stipulées à l'article 2 – 2° de l'arrêté préfectoral établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Midi-Pyrénées.

### **1.3 Reliquats d'azote à la récolte (Rf)**

Le besoin de la culture tient aussi compte du fait qu'il reste de l'azote dans le sol à la récolte (tableau ci-dessous) que les racines n'ont pas été capables d'extraire.

Epaisseur de sol	Sol léger	Sol limoneux	Sol argileux	Sol de craie
	Arg<15%	15%<Arg<30%	Arg>30%	
	L<45%	L>45%		
	CaCO <sub>3</sub> <10%	CaCO <sub>3</sub> <10%		CaCO <sub>3</sub> >40%
Sol superficiel (0 à 30 cm)	5	10	15	15
Sol profond (0 à 60 cm)	10	15	20	20
Profond (0 à 90 cm)	15	20	30	30
Très profond (0 à 120 cm)	20	30	40	40

Source : AZOBIL, INRA, 2012

## **2. Les fournitures en azote du sol**

### **2.1 Ri : Reliquat azoté à l'ouverture du bilan**

Le reliquat d'azote minéral peut être issu d'une analyse de sol à l'ilot cultural. A défaut, il peut être estimé selon la formule décrite ci dessous. Il est aussi fourni annuellement par le modèle d' Arvalis et diffusé par les opérateurs agricoles.

L'ouverture du bilan est au semis de la culture (1<sup>er</sup> mai par convenance).

#### **La formule de calcul du Ri :**

$Ri = (\text{valeur du A} + \text{Azote apporté au précédent} - \text{Azote consommé par le précédent} + Xa) * \text{Coefficient lié au lessivage}$

Ce calcul du Ri intègre les paramètres Pi et L que l'on retrouve dans l'équation [4] du Comifer.

### 2.1.1 : Azote du sol minéralisé l'année précédente : A

Cette donnée est recalculée tous les ans par modélisation et validée par des analyses de reliquats azotés.

### 2.1.2 : Azote consommé par le précédent – cas des précédents céréales, oléagineux

N consommé par le précédent = rendement réalisé \* N unitaire absorbé

Tableau : valeur de N absorbé par unité de rendement du précédent en kg N par q de grain ou par tonne de MS

Précédent	Pailles enfouies	Pailles exportées ou brûlées
Blé dur	0,3 + Besoin unitaire	Besoin unitaire
Blé tendre	0,3 + Besoin unitaire	Besoin unitaire
Orge, avoine	0,3 + Besoin unitaire	Besoin unitaire
Triticale, Seigle	0,3 + Besoin unitaire	Besoin unitaire
Colza	6,0	
Tournesol	4,0	
Maïs grain	2,5	
Maïs ensilage		12
Sorgho grain	2,8	
Sorgho ensilage		13

### 2.1.3 : Azote consommé par le précédent - Cas des légumineuses, jachères et prairies

Ces précédents doivent être considérés différemment.

Tableau : contribution du précédent légumineuse au reliquat d'azote :

	kg N /ha
Pois	30 + 0,5 A
Fèverole , Lupin	20+ 0,4 A
Soja	20 + 0,3 A

### 2.1.4 : Coefficient lié au lessivage

Cumul des pluies du 1 <sup>er</sup> octobre au 1 <sup>er</sup> mars									
Pluviométrie	100 mm	150 mm	200 mm	250 mm	300 mm	350 mm	400 mm	450 mm	500 mm
<b>Profondeur de sol : 90 cm</b>									
Argileux	1,00	1,00	0,98	0,94	0,88	0,74	0,54	0,35	0,22
Limoneux	1,00	0,95	0,92	0,85	0,66	0,42	0,23	0,13	0,09
Sableux	0,62	0,37	0,13	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
<b>Profondeur de sol : 60 cm</b>									
Argileux	1,00	1,00	0,91	0,66	0,39	0,21	0,12	0,09	0,07
Limoneux	1,00	0,95	0,79	0,44	0,2	0,1	0,07	0,06	0,06
Sableux	0,24	0,06	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
<b>Profondeur de sol : 30cm</b>									
Argileux	0,61	0,26	0,11	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Limoneux	0,5	0,16	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05
Sableux	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Source : « Gérer la Fertilisation Azotée des céréales à pailles dans le Sud - Ouest » - ITCF (2002)

## 2.2 Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

C'est une estimation prévisionnelle de la quantité d'azote provenant de la minéralisation de l'humus, qui sera disponible pour la culture pendant son développement.

Type de sol	Minéralisation de l'humus (1) 2c	
	irrigué	sec
Sable blanc	45	20
Sable noir	65	30
Argileux superficiel	72	35
Argileux profond	75	53
Alluvion caillouteuse	66	30
Limon superficiel	81	35
Limon profond	85	57
Limon en matière organiques (>3,5%)	76	62

## 2.3 : Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

Type de production	Mode d'exploitation	Age de la prairie		
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans
Graminées + légumineuses	-	20	60	100
Graminées	Pâturage	20	60	100
	Fauche + Pâturage	15	40	70
	Fauche uniquement	10	25	40

## 2.4 : Mr : Minéralisation nette de résidus de récolte

Nature du précédent	Mr (KgN/ha)	
	Date d'ouverture du bilan (date de mesure du reliquat azoté)	
	Février	Mars-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	30
Luzerne (retournement fin d'été/début automne) : année n + 1	40	0
Luzerne ( retournement fin d'été/début automne) : année n+2	20	20
Luzerne ( retournement printemps)		
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain	-10	0
Pois protéagineux	20	10
Prairie	0	0
Pois, haricots de conserve	20	10
Pommes de terre	20	10
Tournesol	-10	0
Ray-Grass dérobé	-10	0
Soja	20	10

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

Source : ARVALIS-Institut du végétal, INRA, 2012

## 2.5 : Mr CI : Minéralisation nette de résidus de cultures intermédiaires

	Production de la CI (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction Nov/déc	Destruction >janv	Destruction Nov/déc	Destruction >janv
Crucifères (moutarde, radis,...)	<=1	5	10	0	5
	2 (>1et<3)	10	15	5	10
	>=3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine,...	<=1	0	5	0	0
	2 (>1et<3)	5	10	0	5
	>=3	10	15	5	10
Graminées de type Ray-grass	<=1	5	10	0	5
	2 (>1et<3)	10	15	5	10
	>=3	15	20	10	15
Légumineuses	<=1	10	20	5	10
	2 (>1et<3)	20	30	10	20
	>=3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (Phacélie)	<=1	0	5	0	0
	2 (>1et<3)	5	10	0	5
	>=3	10	15	5	10
Mélanges graminées – légumineuses	<=1	5	13	3	5
	2 (>1et<3)	13	20	5	13
	>=3	20	28	13	20
Mélanges crucifères – légumineuses	<=1	8	15	3	8
	2 (>1et<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 : Brochure "Cultures Intermédiaires - Impacts et Conduite", ARVALIS/CETIOM/ITB/ITL, août 2011

### 3. Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan : Pi

Ce poste est inclus dans Ri dans la méthode Sud-Ouest : le Ri calculé est une quantité d'azote minéral, que l'on va retrouver dans le sol et dans la plante en sortie d'hiver.

### 4. Les apports d'azote

#### 4.1 : Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

$Nirr = [Quantité\ d'eau\ d'irrigation\ prévue\ jusqu'à\ 3\ semaine\ après\ floraison\ (en\ mm) * teneur\ en\ nitrate\ de\ l'eau\ (en\ mg/l)] / 443$

#### 4.2 : Xa : apport fourni par les produits résiduels organiques

$$Xa = Q * Npro * Keq$$

avec

Q = m3 ou tonnes épandues / ha

Npro = teneur en N total du produit résiduel organique

Keq = coefficient d'équivalence en engrais minéral des principaux fertilisants azotés organiques

Les valeurs Npro et Keq sont fournies en annexe 14 de l'arrêté régional)

### **4.3 : CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais**

Pour des raisons liées aux implantations des cultures (structure du sol) ou aux conditions climatiques (excès d'eau) ou sanitaires (maladies), l'azote apportée par les engrais azotés n'est pas utilisé à 100%. Cela conduit à diviser les besoins de la culture moins la fourniture d'azote par le sol par un CAU.

Maïs grain de consommation et maïs fourrage		
date d'apport N	semis-4 feuilles	4 feuilles-floraison
CAU	0,6	0,8

Maïs semence			
date d'apport N	semis - 4 feuilles	4 feuilles- 12 feuilles	
rendement		rdt < 30 qtx	rdt > 30 qtx
CAU	0,6	0,7	0,8

Maïs doux		
date d'apport N	semis - 3 feuilles	4 feuilles- 12 feuilles
CAU	0,6	0,7





### Annexe 3 Fiche « Sorgho grain »

Le raisonnement de la fertilisation est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports qui peuvent être fournis par le sol et ceux apportés par les exploitants au cours de la campagne culturale.

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

Dose totale d'azote à apporter = besoins de la culture - fournitures du sol - les apports organiques

#### 1 – Tableau simplifié

Le tableau de préconisation suivant peut être utilisé pour toutes les parcelles de sorgho.

#### **Préconisation des doses d'azote suivant les milieux (en unités/ha)**

			hiver sec < 350 mm d'octobre à mars	hiver pluvieux > 350 mm d'octobre à mars
culture	sèche	sol superficiel	30	50
		sol profond	60	90
	irriguée		100	130

#### 2 – Méthode de bilan : Ecriture opérationnelle

**Dans le cas de parcelles avec un rendement prévisionnel inférieur à 100 q/ha en irrigué et 85 q/ha en sec, la méthode du bilan maïs (ci-dessous) peut également s'appliquer.**

Ecriture simplifiée de l'équation du bilan azoté (Equation [4] du COMIFER) :

$$X = [Pf + L* + Rf] - [Pi* + Ri + Mh + Mhp + Mr + MrCI + Nirr] / CAU - Xa$$

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 : Reliquat azoté à l'ouverture du bilan

Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

Mr : Minéralisation nette de résidus de récolte

Mr CI : Minéralisation nette de résidus de cultures intermédiaires

Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

X : Apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse : dose totale à apporter

Xa : équivalent engrais minéral d'un produit organique

CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais

L : Pertes par lixiviation des nitrates

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

**\*Les paramètres Pi et L sont comptabilisés dans le Ri dans la méthode Sud Ouest.**

#### 3 – Descriptif des termes de l'écriture opérationnelle

##### 3-1 Les besoins en azote de la culture (quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan) : Pf.

Les plantes absorbent l'azote en fonction de leurs besoins et de sa disponibilité dans le sol. L'objectif du raisonnement de la fertilisation est d'apporter la quantité d'azote nécessaire à l'obtention du potentiel de rendement sans négliger l'objectif de qualité.

Besoins des cultures (Pf) = (besoins de la plante x objectif de rendement) + azote restant après la récolte

$$Pf = (b \times y) + Rf$$

Pf = quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (besoins de la plante)

b = besoins par unité de production

y = Objectif de rendement

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

### **3.2 Besoins par unité de production (b)**

Tableau suivant : besoins en azote des cultures pour produire 1 quintal de grain

Pour le sorho grain, le rendement objectif (b) est de 2.4.

### **3.3 Rendement objectif (y)**

Il s'agit du rendement prévisionnel calculé selon les modalités stipulées à l'article 2 – 2° de l'arrêté préfectoral établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Midi-Pyrénées.

### **3.4 Reliquats d'azote à la récolte (Rf)**

Le besoin de la culture tient aussi compte du fait qu'il reste de l'azote dans le sol à la récolte (tableau ci-dessous) que les racines n'ont pas été capables d'extraire.

Epaisseur de sol	Sol léger	Sol limoneux	Sol argileux	Sol de craie
	Arg<15%	15%<Arg<30%	Arg>30%	
	L<45%	L>45%		
	CaCO <sub>3</sub> <10%	CaCO <sub>3</sub> <10%		CaCO <sub>3</sub> >40%
Sol superficiel (0 à 30 cm)	5	10	15	15
Sol profond (0 à 60 cm)	10	15	20	20
Profond (0 à 90 cm)	15	20	30	30
Très profond (0 à 120 cm)	20	30	40	40

Source : AZOBIL, INRA, 2012

## 2. Les fournitures en azote du sol

### **2.1 Ri : Reliquat azoté à l'ouverture du bilan**

Le reliquat d'azote minéral peut être issu d'une analyse de sol à l'ilot cultural. A défaut, il peut être estimé selon la formule décrite ci dessous. Il est aussi fourni annuellement par le modèle d' Arvalis et diffusé par les opérateurs agricoles.

L'ouverture du bilan est au semis de la culture (1<sup>er</sup> mai par convenance)

Ri = (valeur du A + Azote apporté au précédent – Azote consommé par le précédent + Xa) \* Coefficient lié au lessivage

Ce calcul du Ri intègre les paramètres Pi et L que l'on retrouve dans l'équation [4] du Comifer.

#### ***2.1.1 : Azote du sol minéralisé l'année précédente : A***

Cette donnée est recalculée tous les ans par modélisation et validée par des analyses de reliquats azotés.

### 2.1.2 : Azote consommé par le précédent – cas des précédents céréales, oléagineux

N consommé par le précédent = rendement réalisé \* N unitaire absorbé

Tableau : valeur de N absorbé par unité de rendement du précédent en kg N par q de grain ou par tonne de MS

Précédent	Pailles enfouies	Pailles exportées ou brûlées
Blé dur	0,3 + Besoin unitaire	Besoin unitaire
Blé tendre	0,3 + Besoin unitaire	Besoin unitaire
Orge, avoine	0,3 + Besoin unitaire	Besoin unitaire
Triticale, Seigle	0,3 + Besoin unitaire	Besoin unitaire
Colza	6,0	
Tournesol	4,0	
Maïs grain	2,5	
Maïs ensilage		12
Sorgho grain	2,8	
Sorgho ensilage		13

### 2.1.3 : Azote consommé par le précédent - Cas des légumineuses, jachères et prairies

Ces précédents doivent être considérés différemment.

Tableau : contribution du précédent légumineuse au reliquat d'azote :

	kg N /ha
Pois	30 + 0,5 A
Fèverole , Lupin	20+ 0,4 A
Soja	20 + 0,3 A

### 2.1.4 : Coefficient lié au lessivage

Cumul des pluies du 1 <sup>er</sup> octobre au 1 <sup>er</sup> mars									
Pluviométrie	100 mm	150 mm	200 mm	250 mm	300 mm	350 mm	400 mm	450 mm	500 mm
<b>Profondeur de sol : 90 cm</b>									
Argileux	1,00	1,00	0,98	0,94	0,88	0,74	0,54	0,35	0,22
Limoneux	1,00	0,95	0,92	0,85	0,66	0,42	0,23	0,13	0,09
Sableux	0,62	0,37	0,13	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
<b>Profondeur de sol : 60 cm</b>									
Argileux	1,00	1,00	0,91	0,66	0,39	0,21	0,12	0,09	0,07
Limoneux	1,00	0,95	0,79	0,44	0,2	0,1	0,07	0,06	0,06
Sableux	0,24	0,06	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
<b>Profondeur de sol : 30cm</b>									
Argileux	0,61	0,26	0,11	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Limoneux	0,5	0,16	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05
Sableux	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Source : « Gérer la Fertilisation Azotée des céréales à pailles dans le Sud - Ouest » - ITCF (2002)

## 2-2 Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

C'est une estimation prévisionnelle de la quantité d'azote provenant de la minéralisation de l'humus, qui sera disponible pour la culture pendant son développement.

Type de sol	Minéralisation de l'humus (1) 2c	
	irrigué	sec
Sable blanc	45	20
Sable noir	65	30
Argileux superficiel	72	35
Argileux profond	75	53
Alluvion caillouteuse	66	30
Limon superficiel	81	35
Limon profond	85	57
Limon en matière organiques (>3,5%)	76	62

## 2-3 : Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

Type de production	Mode d'exploitation	Age de la prairie		
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans
<b>Graminées + légumineuses</b>	-	20	60	100
<b>Graminées</b>	<b>Pâturage</b>	20	60	100
	<b>Fauche + Pâturage</b>	15	40	70
	<b>Fauche uniquement</b>	10	25	40

## 2-4 : Mr : Minéralisation nette de résidus de récolte

Nature du précédent	Mr (KgN/ha)	
	Date d'ouverture du bilan (date de mesure du reliquat azoté)	
	Février	Mars-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	30
Luzerne (retournement fin d'été/début automne) : année n + 1	40	0
Luzerne (retournement fin d'été/début automne) : année n+2	20	20
Luzerne (retournement printemps)		
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain	-10	0
Pois protéagineux	20	10
Priaire	0	0
Pois, haricots de conserve	20	10
Pommes de terre	20	10
Tournesol	-10	0
Ray-Grass dérobé	-10	0
Soja	20	10

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

Source : ARVALIS-Institut du végétal, INRA, 2012

## 2-5 : Mr CI : Minéralisation nette de résidus de cultures intermédiaires

	Production de la CI (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction Nov/déc	Destruction >janv	Destruction Nov/déc	Destruction >janv
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 : Brochure "Cultures Intermédiaires - Impacts et Conduite", ARVALIS/CETIOM/ITB/ITL, août 2011

### **3. Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan : Pi**

Ce poste est inclus dans Ri dans la méthode Sud-Ouest : le Ri calculé est une quantité d'azote minéral, que l'on va retrouver dans le sol et dans la plante en sortie d'hiver.

### **4. Les apports d'azote**

#### **4-1 : Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation**

Nirr = [Quantité d'eau d'irrigation prévue jusqu'à 3 semaine après floraison (en mm) \* teneur en nitrate de l'eau (en mg/l)] / 443

#### **4-2 : Xa : Les apports fournis par les produits résiduaux organiques**

$$Xa = Q * Npro * Keq$$

avec

Q = m<sup>3</sup> ou tonnes épandues / ha

Npro = teneur en N total du produit résiduaire organique

Keq = coefficient d'équivalence en engrais minéral des principaux fertilisants azotés organiques

Les valeurs Npro et Keq sont fournies en annexe 14 de l'arrêté régional)

#### **4-3 : CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais**

Pour des raisons liées aux implantations des cultures (structure du sol) ou aux conditions climatiques (excès d'eau) ou sanitaires (maladies), l'azote apportée par les engrais azotés n'est pas utilisé à 100%. Cela conduit à diviser les besoins de la culture moins la fourniture d'azote par le sol par un CAU.

CAU si apport avant 4 feuilles : 0.6

CAU si apport après 4 feuilles : 0.8

## Annexe 4 Fiche « tournesol »

Le raisonnement de la fertilisation est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports qui peuvent être fournis par le sol et ceux apportés par les exploitants au cours de la campagne culturale.

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

Dose totale d'azote à apporter = besoins de la culture-fournitures du sol - les apports organiques

### I – Ecriture opérationnelle

La dose de fertilisation azotée minérale du tournesol peut être déterminée :

- à l'aide d'une grille simplifiée basée sur l'objectif de rendement et le niveau de reliquat d'azote minéral et dans le sol au semis
- ou par la méthode Héliotest mise en oeuvre par le CETIOM

Ces deux outils reposent sur la méthode du bilan prévisionnel très simplifiée. Les écritures de référence sont :

- l'équation d'efficience pour Héliotest
- l'équation du bilan de masse pour les grilles.

### II – Tableau simplifié de préconisation proposée par le CETIOM (type brochure tournesol)

Reliquats d'azote minéral au semis du tournesol	Objectif de rendement		
	25 q/ha (sol superficiel)	30 q/ha (sol moyennement profond)	35 q/ha (sol profond)
Faible (30 U)	60	75	90
Moyen (60 U)	30	45	60
Elevé (90 U)	0	15	30

#### 1- L'objectif de rendement (y)

Il s'agit du rendement prévisionnel calculé selon les modalités stipulées à l'article 2 – 2° de l'arrêté préfectoral établissant le référentiel régional de mise en oeuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Midi-Pyrénées.

#### 2- Ri : Reliquat azoté à l'ouverture du bilan

Le reliquat d'azote minéral peut être issu d'une analyse de sol à l'ilot cultural. A défaut, il peut être estimé à l'ilot cultural grâce à des outils de simulation de ce reliquat d'azote au semis actuellement disponibles pour les agriculteurs et proposés par différents acteurs (chambres d'agriculture, organismes économiques).

La période d'ouverture du bilan va du semis (de mi-mars à mi-mai selon les situations en culture principale) à la récolte (de mi-août à fin septembre selon les conditions de sol et de l'année).

### III. La méthode Heliotest

La caractéristique principale d'Héliotest, méthode proposée par le CETIOM, est d'estimer les fournitures d'azote à la culture grâce à une bande azotée : c'est le stade d'apparition d'une éventuelle différence visuelle entre une bande de la parcelle fertilisée au semis et le reste de la parcelle qui détermine la dose d'apport d'azote et d'une éventuelle impasse.

La méthode HELIOTEST peut être utilisée en cours de campagne culturale avec une fertilisation azotée exclusivement minérale (dose prévisionnelle déterminée entre le stade 6 et 14 feuilles du tournesol).

#### Comment utiliser la méthode HELIOTEST ?

##### 1<sup>er</sup> étape

L'agriculteur applique 60 à 80 unités d'azote sur une bande de la parcelle.

##### 2<sup>ème</sup> étape

L'agriculteur observe si une éventuelle différence apparaît entre la bande témoin fertilisée au semis et le reste de la parcelle entre le stade 6 et 14 feuilles (différence de couleur, de hauteur ou de volume). Le stade auquel apparaît la différence permet d'estimer l'état d'alimentation azotée de la parcelle et les fournitures en azote du sol sur le cycle de la culture.

Dose d'azote entre le stade 6 et 14 feuilles (kg / ha)					
Stade d'apparition de la différence avec le témoin	Objectif de rendement				
	20 q / ha	25 q / ha	30 q / ha	35 q / ha	40 q / ha
7 à 8 feuilles	0	30	40	70	100
9 à 10 feuilles	0	0	30	50	80
11 à 12 feuilles	0	0	0	30	60
13 à 14 feuilles	0	0	0	30	40

Aucune fertilisation minérale azotée n'est nécessaire en absence de différence avec le témoin entre le stade 6 et 14 feuilles.



## Annexe 5 Fiche « Colza »

Le raisonnement de la fertilisation est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports qui peuvent être fournis par le sol et ceux apportés par les exploitants au cours de la campagne culturale.

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

Dose totale d'azote minéral à apporter = besoins de la culture - fournitures du sol - les apports organiques

Pour le calcul de la fertilisation sur colza l'écriture simplifiée du bilan de masse peut être appliqué. La réglette colza basée sur cette écriture peut être utilisée.

### **I – Ecriture opérationnelle**

Ecriture simplifiée du bilan de masse :

$$X = [Pf + Rf] - [Pi + Ri + Mh] - Xa$$

X : Apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse

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

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

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

Xa : Equivalent engrais minéral d'un produit organique

### **II – Descriptif des termes de l'écriture opérationnelle**

#### **1- Les besoins en azote de la culture**

##### **1.1 Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan : Pf.**

Les plantes absorbent l'azote en fonction de leurs besoins et de sa disponibilité dans le sol. L'objectif du raisonnement de la fertilisation est d'apporter la quantité d'azote nécessaire à l'obtention du potentiel de rendement sans négliger l'objectif de qualité.

Besoins des cultures (Pf) = (besoins de la plante x objectif de rendement) + azote restant après la récolte

$$Pf = (b \times y)$$

Pf = quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (besoins de la plante)

b = besoins par unité de production

y = Objectif de rendement

##### **1.1.1 Besoins par unité de production (b)**

Le besoin unitaire du colza est évalué à 7 kg N/q de graines.

##### **1.1.2 Rendement objectif (y)**

Il s'agit du rendement prévisionnel calculé selon les modalités stipulées à l'article 2 – 2° de l'arrêté préfectoral établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Midi-Pyrénées.

##### **1.1.3 Reliquats d'azote à la récolte (Rf)**

Le besoin de la culture tient aussi compte du fait qu'il reste de l'azote dans le sol à la récolte (tableau ci-dessous) que les racines n'ont pas été capables d'extraire.

Sols superficiels	30 kg N/ha
Sols profonds	40 kg N/ha

##### **1.2 Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi)**






Le Pi est mesuré par pesée (à privilégier) ou par observations visuelle.

**L'évaluation du poids frais par pesée :**

- délimiter 2 à 4 parcelles de 1m<sup>2</sup> chacune, représentatives de la parcelle
- prélever quand la végétation est ressuyée
- couper le colza au ras du sol
- pratiquer la pesée (en kg/m<sup>2</sup>)

La pesée doit être privilégiée car plus précise en particulier pour les colzas moyens à gros (> 1 kg de matière verte / m<sup>2</sup>). A défaut, l'évaluation peut se faire de façon visuelle . Attention plus le colza est gros, moins la méthode visuelle est fiable.

**TABLE DE CORRESPONDANCE**

Méthode visuelle	Correspondance méthode par pesée (poids frais en kg/m <sup>2</sup> )
	0,2
	0,4
	1
	1,4
	2

Le Pi se calcule en multipliant le poids frais (en kg/m<sup>2</sup>)\* par un coefficient qui est de 65.

**2- Les fournitures en azote du sol**

**2.1. Ri : Reliquat azoté à l'ouverture du bilan**

Le reliquat d'azote minéral peut être issu d'une analyse de sol à l'ilot cultural. A défaut, il est estimé :

Sols superficiels	10 kg N/ha
Sols profonds	30 kg N/ha

L'ouverture du bilan se situe dans la deuxième quinzaine de janvier. Elle va de la reprise de croissance active à la sortie de l'hiver à la récolte.

**2.2. Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol**

C'est une estimation prévisionnelle de la quantité d'azote provenant de la minéralisation de l'humus, qui sera disponible pour la céréale pendant sa croissance.

Sols superficiels	20 kg N/ha
Sols profonds	40 kg N/ha

**3. Les apports fournis par les produits résiduels organiques**

$$Xa = Q * Npro * Keq$$

avec

Q = m<sup>3</sup> ou tonnes épandues / ha

Npro = teneur en N total du produit résiduaire organique

Keq = coefficient d'équivalence en engrais minéral des principaux fertilisants azotés organiques

Les valeurs Npro et Keq sont fournies en annexe 14 de l'arrêté régional)

### **III- La réglette colza**

Après avoir estimé le Pi par pesée ou observations visuelles la réglette colza, en fonction du type de sol et du taux de matières organiques, permet de calculé simplement la dose d'azote à apporter à la culture. Elle est disponible en accès libre sur [www.cetiom.fr](http://www.cetiom.fr), sous forme de réglette plastifiée, de tableaux de conseil dans les guides techniques annuels du CETIOM et dans les articles de presse agricole ou outils en ligne.

Un tableau simplifié est proposé ci-dessous.

Résultat de la pesée ou aspect du colza		Dose totale d'azote à apporter (kg/ha) en fonction du rendement moyen de la parcelle		
grosueur du colza	poids frais (kg/m <sup>2</sup> )	30 q/ha	35 q/ha	40 q/ha
Petit colza	<0,4	200	non réaliste	non réaliste
	0,4	180	220	non réaliste
	0,6	180	210	non réaliste
	0,8	170	190	230
Colza moyen	1	160	180	210
	1,2	150	170	200
	1,4	130	150	190
Gros colza	1,7	120	130	170
	2	100	110	150
	2,3	80	100	130
	2,6	60	80	110
	2,9	20	60	90
	3,2	0	40	70
	3,5	0	20	50
3,8	0	0	30	

La dose du tableau doit être adaptée selon votre situation :

- sol superficiel sans apport organique garder la valeur indiquée
- sol profond, retirez 30 unités à la dose indiquée
- en cas d'apport d'engrais organiques, enlevez 40 unités à la dose indiquée



## Annexe 6 Fiche « Soja »

Le raisonnement de la fertilisation est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports qui peuvent être fournis par le sol et ceux apportés par les exploitants au cours de la campagne culturale.

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

Dose totale d'azote minéral à apporter = besoins de la culture-fournitures du sol - apports organiques

### 1 – Cas général : pas de fertilisation azotée minérale

En tant que légumineuse et si la nodulation est satisfaisante (cas général), le soja ne demande pas de fertilisation azotée minérale.

### 2 – Cas particulier : échec de nodulation

En cas d'échec de la nodulation, un apport d'azote en végétation peut être nécessaire afin de ne pas limiter le rendement et la teneur en protéines, critère qualitatif important en soja.

Juste avant le début de la floraison (stade R1), soit à la mi-juin pour un semis à date normale (mi-avril), si la végétation de la parcelle présente globalement un aspect jaunâtre et si plus de 30 % des pieds ne portent pas de nodosités\*, un apport d'azote est exceptionnellement recommandé. Apporter alors, en un ou de préférence deux apports, 80 unités à 150 unités d'azote selon l'objectif de rendement (calculé sur le même principe que les autres cultures) : voir le tableau suivant. Ces apports sont à réaliser entre le stade R1 (début floraison) et le stade R3 (premières gousses).

Objectif de rendement du soja (q/ha)	Quantité d'azote minéral en cas d'accident de nodulation (kg N / ha)
25	80
30	100
35	120
40	140
45	150

Objectif de rendement :

Il s'agit du rendement prévisionnel calculé selon les modalités stipulées à l'article 2 – 2° de l'arrêté préfectoral établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Midi-Pyrénées.

Chaque apport sera réalisé juste avant une irrigation pour une meilleure utilisation par la plante de l'engrais minéral.

Un document signé par le technicien agricole devra être fourni au contrôleur pour attester de l'accident de nodulation. Le technicien y reportera le résultat du test d'échantillonnage.

---

*\*Vérifier la présence de nodosités en prélevant 20 pieds de soja au hasard dans une zone de la parcelle et en observant ces nodosités sur le système racinaire.*



## Annexe 7 Fiche « Lin »

Le raisonnement de la fertilisation est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports qui peuvent être fournis par le sol et ceux apportés par les exploitants au cours de la campagne culturale.

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

Dose totale d'azote minéral à apporter = besoins de la culture - fournitures du sol - les apports organiques

### I – Ecriture opérationnelle

La dose de fertilisation azotée minérale à apporter sur lin peut être calculée sur la base du tableau simplifié ci-dessous basé sur l'objectif de rendement et le niveau de reliquat d'azote minéral et dans le sol au semis.

Cet outil repose sur la méthode du bilan prévisionnel très simplifiée.

### II – Tableau simplifié de préconisation

En l'absence d'apport organique régulier. Les apports peuvent être modulés en fonction des rendements :

Objectif de rendement (q/ha)	Dose totale d'azote minéral à apporter en situation de grandes cultures (kg N / ha) (1)	
	Sol superficiel	Sol profond
20 à 25	70 – 100	-
25 à 30	10 – 130	80 - 110
Plus de 30	-	100 - 130

En cas d'apports organiques réguliers, baisser la dose d'azote de 40 unités au moins (consulter votre conseiller)

Objectif de rendement :

Il s'agit du rendement prévisionnel calculé selon les modalités stipulées à l'article 2 – 2° de l'arrêté préfectoral établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Midi-Pyrénées.

En l'absence de rendement de référence départemental et régional, on adoptera le rendement normalement atteignable dans les conditions pédoclimatiques du secteur.





## Annexe 8 Fiche « Prairies »

Le raisonnement de la fertilisation est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports qui peuvent être fournis par le sol et ceux apportés par les exploitants au cours de la campagne culturale.

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

Dose totale d'azote minéral à apporter = besoins de la culture-fournitures du sol - apports organiques

### I. Ecriture opérationnelle

Elle correspond à :

$$X = (Pf - [Mh+N_{rest}+Fs] / CAU) - Xa$$

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

Mh : Fourniture d'azote minéral par le sol

N<sub>rest</sub> : contribution directe des restitutions azotées au pâturage de l'année

Fs : Fournitures liées à la présence de légumineuses

X : Apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse : dose totale à apporter

Xa : Equivalent engrais minéral d'un produit organique

CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais

### II. Descriptif des termes de l'écriture opérationnelle

#### **1. Les besoins en azote de la culture (quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan) : Pf.**

Les plantes absorbent l'azote en fonction de leurs besoins et de sa disponibilité dans le sol. L'objectif du raisonnement de la fertilisation est d'apporter la quantité d'azote nécessaire à l'obtention du potentiel de rendement sans négliger l'objectif de qualité.

Besoins des cultures (Pf) = (besoins de la plante x objectif de rendement)

$$Pf = (b \times y)$$

Pf = quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (besoins de la plante)

b = besoins par unité de production

y = Objectif de rendement

#### **1.1. Objectif de rendement (y)**

Le rendement objectif doit être défini en premier lieu par une approche ilot parcellaire pour optimiser la fertilisation en fonction des types de prairies.

A titre de vérification, une approche globale à l'échelle de l'exploitation (par rapport aux animaux nourris à partir des prairies) est souhaitable de façon à corriger d'éventuelles incohérences globales.

Tableau d'objectif à titre indicatif – utilisable par défaut :

E = ensilage

F = fauche

P = pâture

Type de conduite particulier	Type de sol	Type d'exploitation			Objectif de rendement (TMS/ha)
		E	F	P	
	Sol peu profond ou sableux, arrêt pousse estivale 2 mois	E	F	P	7 T
	Situation intermédiaire	E	F	P	8 T
	Sol profond et bonne pousse estivale	E	F	P	10 – 12 T
Conduite moyenne à extensive, foin tardif	Sol peu profond ou sableux, arrêt pousse estivale 2 mois		F	P	5 T
Conduite moyenne à extensive, foin tardif	Situation intermédiaire		F	P	6 T
	Sol profond et bonne pousse estivale		F	P	8 T
Associations graminées légumineuses uniquement	Sol peu profond ou sableux, arrêt pousse estivale 2 mois	F	F	P	6 T
	Situation intermédiaire	F	F	P	7 T
	Sol profond et bonne pousse estivale	F	F	P	8 T
Conduite moyenne à extensive, foin tardif	Sol peu profond ou sableux, arrêt pousse estivale 2 mois			P	4 T
Conduite moyenne à extensive, foin tardif	Situation intermédiaire			P	6 T
	Sol profond et bonne pousse estivale			P	8 T
Conduite extensive (xxxxx)				P	2 T

Des valeurs d'objectifs de rendement pourront être actualisées en fonction des conditions climatiques et des types de sol. Ces références validées conjointement par les Chambres d'Agriculture et les instituts techniques pourront être diffusées par le biais de documents techniques ou articles de presse agricole. Si de tels documents existent, ils devront être utilisés préférentiellement.

### **1.2. Coefficient de besoin (exportations d'azote) (b)**

Mode d'exploitation	en 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 1 <sup>er</sup> cycle	15

**Tableau 20** : Teneur en azote de l'herbe selon le mode d'exploitation. Sources : INRA 2007.

Foin tardif et ensilage de premier cycle sont les cas les plus fréquents en MP (entouré dans le tableau ci-dessus)

## 2. Les fournitures en azote du sol

### 2.1. Fournitures du sol (Mh + Nrest)

Tableau 3 : Fournitures du sol (Midi-Pyrénées)

Type de sol	Sols se réchauffant tardivement, et/ou hydromorphes, et/ou enracinement peu profond		Situations intermédiaires		Sols se réchauffant bien, et/ou peu hydromorphes, et/ou enracinement profond		Sols profonds riches en matière organique
	Arrêt de la pousse estivale > 2 mois	Arrêt de la pousse estivale < 2 mois	Arrêt de la pousse estivale > 2 mois	Arrêt de la pousse estivale < 2 mois	Arrêt de la pousse estivale > 2 mois	Arrêt de la pousse estivale < 2 mois	
Entretien faible (pas ou peu d'épandages ou faible fertilisation minérale ou pâture extensive)	30	50	60	70	70	100	130
situation intermédiaire	40	60	65	80	80	110	140
Entretien fort (épandages fréquents ou fertilisation minérale)	50	70	70	90	90	120	150

Les restitutions aux pâturages sont intégrées aux fournitures du sol (via l'entretien fort/faible).

Les références sont actualisables à partir de résultats d'essais ou programmes de recherche.

### 2.2. Fixation symbiotique liée à la présence de légumineuses (Fs)

Pour déterminer Fs, on distingue 2 types de légumineuses :

– trèfle blanc

– autres légumineuses

A titre d'information, méthode de détermination du pourcentage de légumineuses dans la prairie :

Niveau	Éléments d'observation	% Trèfle blanc en mai-juin
Faible	La graminée domine largement le trèfle blanc	10 - 20
Moyen	La graminée est dominante mais on voit bien le trèfle blanc	20 - 35
Élevé	On voit presque partout du trèfle blanc	35 - 50
Excessif	On ne voit quasiment que du trèfle blanc	> 50

Tableau 22 : taux de trèfle estimé par observation visuelle. Source : Institut de l'Élevage (brochure Trèfle blanc 2005)

Quantité d'azote fixé dans la biomasse (Fs) :

		10 à 20%		20 à 35%		> 35%	
		Trèfle blanc	autres leg	Trèfle blanc	autres leg	Trèfle blanc	autres leg
production MS (TMS)	4	25	20	45	35	85	65
	6	40	30	70	55	125	95
	8	50	40	90	70	165	125
	10	65	50	115	90	205	155
	12	75	60	135	105	245	190

### 3. Les apports d'azote

#### 3.1. Apport fourni par les produits résiduaire organiques

$$Xa = Q * Npro * Keq$$

avec

Q = m3 ou tonnes épandues / ha

Npro = teneur en N total du produit résiduaire organique

Keq = coefficient d'équivalence en engrais minéral des principaux fertilisants azotés organiques

Les valeurs Npro et Keq sont fournies en annexe 14 de l'arrêté régional)

#### 3.2. CAU

0,7 (valeur proposée par le COMIFER pour le Sud Ouest)

## Annexe 9

### Fiche « Arboriculture »

Le raisonnement de la fertilisation est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports qui peuvent être fournis par le sol et ceux apportés par les exploitants au cours de la campagne culturale.

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

Dose totale d'azote minéral à apporter = besoins de la culture - fournitures du sol - apports organiques

Les apports en arboriculture sont calculées en fonction d'un dose pivot par rapport au rendement. Cette dose correspond à la quantité d'azote maximale nécessaire à un moment donné dans le cycle, permettant d'atteindre un objectif de production pré-déterminé.

L'objectif de rendement :

Il s'agit du rendement prévisionnel calculé selon les modalités stipulées à l'article 2 – 2° de l'arrêté préfectoral établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Midi-Pyrénées.

### I – Tableau des apports par types de vergers

#### Dose d'azote à apporter sur jeunes vergers

Type	Espèces	Age du verger	Dose à apporter (kg/ha N)	Potentiel de rendement (Rdt, tonne / ha)
<b>Fruits à pépins</b>	Pommier	jusqu'à la 2ème feuille	= 0.6 * Rdt + 40	30 à 100 t/ha
	Poirier	jusqu'à la 3ème feuille	= 0.7 * Rdt + 40	20 à 80 t/ha
	Actinidia (Kiwi)	jusqu'à la 4ème feuille	= 1.4 * Rdt + 45	15 à 50 t/ha
	Raisin de table	jusqu'à la 3ème feuille	= 4 * Rdt (estimation à partir des travaux de Champagnol)+ 40	8 à 25 t/ha
<b>Fruits à noyau</b>	Abricotier	jusqu'à la 3ème feuille	= 1.2 * Rdt + 45	5 à 40 t/ha
	Cerisier	jusqu'à la 4ème feuille	= 1.3 * Rdt + 45	5 à 25 t/ha
	Pêcher	jusqu'à la 4ème feuille	= 1.3 * Rdt + 45	10 à 70 t/ha
	Prunier	jusqu'à la 4ème feuille	= 0.9 * Rdt + 45	10 à 40 t/ha
	Prune d'Ente	jusqu'à la 4ème feuille	= 0.9 * Rdt + 45	10 à 35 t/ha de fruits bruts
	Olivier			2 à 8 t/ha

## Dose d'azote à apporter sur des cultures fruitières en production

Type	Espèces	Age du verger	Dose d'azote (kg/ha N)	Potentiel de rendement (Rdt, tonne / ha)
Fruits à pépins	Pommier	à partir de la 3 <sup>ème</sup> feuille	= 0.6 * Rdt + 80	30 à 100 t/ha
	Poirier	à partir de la 4 <sup>ème</sup> feuille	= 0.7 * Rdt + 80	20 à 80 t/ha
	Actinidia (Kiwi)	à partir de la 5 <sup>ème</sup> feuille	= 1.4 * Rdt + 90	15 à 50 t/ha
	Raisin de table	à partir de la 3 <sup>ème</sup> feuille	= 4 * Rdt (estimation à partir des travaux de Champagnol)	8 à 25 t/ha
Fruits à noyau	Abricotier	à partir de la 4 <sup>ème</sup> feuille	= 1.2 * Rdt + 90	5 à 40 t/ha
	Cerisier	à partir de la 5 <sup>ème</sup> feuille	= 1.3 * Rdt + 90	5 à 25 t/ha
	Pêcher	à partir de la 4 <sup>ème</sup> feuille	= 1.3 * Rdt + 90	10 à 70 t/ha
	Prunier	à partir de la 5 <sup>ème</sup> feuille	= 0.9 * Rdt + 90	10 à 40 t/ha
	Prune d'Ente	à partir de la 5 <sup>ème</sup> feuille	= 0.9 * Rdt + 90	10 à 35 t/ha de fruits bruts
	Olivier	à partir de la 4 <sup>ème</sup> feuille	= 10 * Rdt + 20 à 30	2 à 8 t/ha
Fruits à coque	Amandier	à partir de la 5 <sup>ème</sup> feuille	= 15 * Rdt + 80	0.5 à 1.5
	Chataignier	à partir de la 7 <sup>ème</sup> feuille	= 5 * Rdt + 90	1 à 5 t/ha
	Noisetier			
	Noyer	à partir de la 7 <sup>ème</sup> feuille	= 20 * Rdt + 60	1 à 5
Petits fruits	Framboise	à partir de l'entrée en production	3* Rdt	10
	Cassis	à partir de l'entrée en production	3.33 * Rdt	15
	Myrtille			
	Groseille Fraise	à partir de l'entrée en production	3* Rdt	20

## Annexe 10 Fiche « Chanvre »

Le raisonnement de la fertilisation est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports qui peuvent être fournis par le sol et ceux apportés par les exploitants au cours de la campagne culturale.

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

Dose totale d'azote minéral à apporter = besoins de la culture-fournitures du sol - apports organiques

### I – Ecriture opérationnelle

Ecriture très simplifiée du bilan de masse :

$$X = (Pf - FSOL) / CAU$$

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

FSOL : fourniture du sol

CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais

### II – Descriptif des termes de l'écriture opérationnelle

#### 1. Les besoins en azote de la culture (quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan) : Pf.

Les plantes absorbent l'azote en fonction de leurs besoins et de sa disponibilité dans le sol. L'objectif du raisonnement de la fertilisation est d'apporter la quantité d'azote nécessaire à l'obtention du potentiel de rendement sans négliger l'objectif de qualité.

Besoins des cultures (Pf) = (besoins de la plante x objectif de rendement) + azote restant après la récolte

$$Pf = (b \times y) + Rf$$

Pf = quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (besoins de la plante)

b = besoins par unité de production

y = Objectif de rendement (pailles de chanvre)

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

#### 1.1 Besoins par unité de production (b)

Le besoin est estimé est de 13 à 15 unités d'azote /t de paille produites

#### 1.2 Rendement objectif (y)

Il s'agit du rendement prévisionnel calculé selon les modalités stipulées à l'article 2 – 2° de l'arrêté préfectoral établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Midi-Pyrénées.

#### 1.3. Quantité d'azote à la fermeture du bilan (Rf)

Elle est de l'ordre de 20 unités par couche de 30 cm colonisée par les raines de chanvre (de 0-60 cm à 0-90 cm selon les types de sols).

## **2. Les fournitures en azote du sol : FSOL**

<b>Caractéristique du sol</b>	<b>En sec</b>	<b>En irrigué</b>
<b>Sol à minéralisation très élevée , très riche en MO (&gt; 3,5 %)</b>	90	120
<b>Sol à minéralisation élevée, bien pourvu en MO (&gt; 2%)</b>	60	90
<b>Sol à minéralisation moyenne, richesse en MO entre 1,5 et 2%</b>	50	70
<b>Sol à faible minéralisation, teneur en MO inférieure à 1,5 %</b>	40	60

L'ouverture du bilan va du semis (fin mars à début mai) à la récolte (septembre).

## **3. Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais (CAU)**

Le CAU est de 0,6.



## Annexe 11 Fiche « Tabac »

Le raisonnement de la fertilisation est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports qui peuvent être fournis par le sol et ceux apportés par les exploitants au cours de la campagne culturale.

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

Dose totale d'azote minéral à apporter = besoins de la culture - fournitures du sol - apports organiques

### I – Ecriture opérationnelle

$$X = [Pf + Rf] - [Ri + Mh + Mhp + Nirr] / CAU - Xa$$

X : Apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse : dose totale à apporter

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

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

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

Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais

Xa : Equivalent engrais minéral d'un produit organique

### II. Descriptif des termes de l'écriture opérationnelle

#### 1. Les besoins en azote de la culture

##### **1.1. Besoins des cultures (Pf)**

Les plantes absorbent l'azote en fonction de leurs besoins et de sa disponibilité dans le sol. L'objectif du raisonnement de la fertilisation est d'apporter la quantité d'azote nécessaire à l'obtention du potentiel de rendement sans négliger l'objectif de qualité.

**Besoins des cultures (Pf) = ( besoins de la plante (b) x objectif de rendement (y))**

##### **1.1.1. Besoin en azote (kg/t) (b)**

Type	Besoin N (kg / t de feuilles sèches)
Tabac Brun	85
Tabac Burley	85
Tabac Virginie	30

##### **1.1.2 L'objectif de rendement (y)**

Il s'agit du rendement prévisionnel calculé selon les modalités stipulées à l'article 2 – 2° de l'arrêté préfectoral établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Midi-Pyrénées.

En l'absence de références historiques de l'exploitation suffisantes, les rendements objectifs moyens, en feuilles après séchage, visés peuvent être les suivants :

Tabac brun : 3,4 t/ha ; Tabac Burley : 3,3 T/ha et virginie : 3,2 T/ha

### **1.2. Reliquats d'azote à la récolte (Rf)**

Le besoin de la culture tient aussi compte du fait qu'il reste de l'azote dans le sol à la récolte. Les valeurs du Rf sont proposées dans le tableau ci-dessous.

	fournitures du sol (U)
sol sableux ou superficiel (% MO <1.5)	30
sol profond (1.2 à 2% MO)	60
sol profond (>2% MO)	80
systèmes avec apports réguliers d'effluents	+30

**Une tolérance de 50U pour la valeur du Rf pour le tabac Burley peut être accordée si après la récolte une CIPAN est implantée.**

## **2. Les fournitures en azote du sol**

### **2.1. Reliquat à l'ouverture du bilan (Ri)**

Le reliquat d'azote minéral peut être issu d'une analyse de sol à l'ilot cultural. A défaut, il peut être estimé selon la formule décrite ci dessous. Il est aussi fourni annuellement par le modèle d' Arvalis et diffusé par les opérateurs agricoles.

L'ouverture du bilan se fait à la plantation autour de la mi mai.

### **2.2. Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol**

C'est une estimation prévisionnelle de la quantité d'azote provenant de la minéralisation de l'humus, les valeurs figurent dans le tableau ci -joint.

	fournitures du sol (U)
sol sableux ou superficiel (% MO <1.5)	30
sol profond (1.2 à 2% MO)	60
sol profond (>2% MO)	80
systèmes avec apports réguliers d'effluents	+30

### **2.3. : Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie**

La destruction de prairies s'accompagne d'une minéralisation intense d'azote de l'ordre de 20 U N /ha.

### **2.4. : Xa : apport fourni par les produits résiduaire organiques**

$$Xa = Q * Npro * Keq$$

avec

Q = m3 ou tonnes épandues / ha

Npro = teneur en N total du produit résiduaire organique

Keq = coefficient d'équivalence en engrais minéral des principaux fertilisants azotés organiques

Les valeurs Npro et Keq sont fournies en annexe 14 de l'arrêté régional)

### **3. Les apports d'azote**

#### **3.1. Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation**

L'azote apporté par l'eau d'irrigation doit être calculé comme suit selon la teneur en nitrates de l'eau d'irrigation, on utilise la même formule que pour le maïs.

$$\text{Nirr} = [\text{Quantité d'eau d'irrigation prévue} * \text{teneur en nitrate de l'eau (en mg/l)}] / 443$$

#### **3.2. CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais**

<b>CAU de l'azote par la culture</b>		
<b>Stade de la culture</b>	<b>Avant semis et plantation</b>	<b>Binage</b>
<b>Tabac brun</b>	0,6	0,8
<b>Tabac Burley - Virginie</b>	0,6	0,8

*Source : Chambre d'Agriculture de la Dordogne*



## Annexe 12

### Fiche « Cultures porte graine »

Le raisonnement de la fertilisation est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports qui peuvent être fournis par le sol et ceux apportés par les exploitants au cours de la campagne culturale.

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

Dose totale d'azote minéral à apporter = besoins de la culture - fournitures du sol - apports organiques

#### I. Ecriture opérationnelle

$$X = [Pf + Rf] - [Ri + Mh + Mr + Xa]$$

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

Ri : Reliquat azoté à l'ouverture du bilan

Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

Mr : Minéralisation nette de résidus de récolte

X : Apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse : dose totale à apporter

Xa : équivalent engrais minéral d'un produit organique

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

#### II. Descriptif des termes de l'écriture opérationnelle

##### 1. Les besoins en azote de la culture (quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan) : Pf.

Les besoins de la culture sont fournis dans le tableau ci-dessous.

Si le besoin en azote de la culture n'est pas connu, il faut on peut s'appuyer sur une culture de référence (ex : avoine rude = avoine). Dans ce cas, l'information est fournie dans le tableau, et la culture de référence est citée.

Si le besoin de la culture n'est pas établi, il n'existe pas de culture de référence sur laquelle on peut s'appuyer, se reporter à la valeur de la « dose pivot » établie à partir d'éléments bibliographiques.

Tableau 1 : Références disponibles pour les besoins en azote absorbés des cultures porte-graine « petites graines »

Famille botanique	Espèce	Surface France 2011 (ha - source GNIS)	Besoin N absorbés par cultureculture kg/ha	Dose pivot kg/ha
<b>FOURRAGERES PORTE-GRAINE</b>				
Poacées	Ray-grass anglais	3445	170	
	Ray-grass d'italie	2284	110 (hors précoupe de printemps)	
	Fétuque élevée	2215	160	
	Fétuque rouge	1528	150	
	Dactyle	947	190	
	Ray-grass hybride	615	Ray-grass d'Italie: 110 (hors précoupe de printemps)	
	Avoine rude	318		Idem avoine
	Fétuque ovine	65	Fétuque rouge: 150	
	Fétuque des prés	34	Fétuque élevée: 160	
	Brome	33	160	
	Pâturin des prés	17		80
Fléole des prés	1	Fétuque élevée: 160		
Brassicacées	Chou fourrager	53		idem choux potager (110-125)
	Radis fourrager	48	Radis potager : 150	
	Chou navet rutabaga	2		Idem colza (même espèce)

BETTERAVE SUCRIERE PORTE GRAINE				
Chénopodiacée	Betterave sucrière	4083	280	
POTAGERES PORTE-GRAINE				
Alliacées	Oignon - plantation automne	2247	150	
	Oignon - plantation printemps		70	
	Poireau	93	140	
	Echalote	26	Oignon automne : 150	
	Ciboule	5		75-90
Apiacées	Carotte (type Nantaise)	2450	140	
	Persil	920	Carotte : 140	
	Aneth	172	Carotte : 140	
	Coriandre	133	Carotte : 140	
	Fenouil	66	Carotte : 140	
	Panais	57	Carotte : 140	
	Céleri	44	Carotte : 140	
Astéracées	Chicorée Witloof (semis direct)	264	160	
	Chicorée à feuille	256	Chicorée Witloof : 160	
	Laitue	29	130	
	Cardon	20	Carotte : 140	
	Chicorée Scarole / Frisée	20	Chicorée Witloof : 160	
Brassicacées	Radis (type rond-rouge)	691	150	
	Choux	226		110-125
	Navet	136	Radis : 150	
	Cresson de fontaine	20	Mâche : 70	
	Roquette	6	Radis : 150	
Chénopodiacées	Betterave rouge	483	200	
	Epinard	406	Essais en cours	
	Poirée	105	Betterave rouge : 200	
Cucurbitacées	Courge – Courgette	95	Essais en cours	120
	Concombre	24		120
	Cornichon	10		120
	Melon	< 10		120
	Citrouille - Patisson	1		120
Valérianaée	Mâche	338	70	

## 1.2 Reliquats d'azote à la récolte (Rf)

Le besoin de la culture tient aussi compte du fait qu'il reste de l'azote dans le sol à la récolte (tableau ci-dessous) que les racines n'ont pas été capables d'extraire.

Epaisseur de sol	Sol léger	Sol limoneux	Sol argileux	Sol de craie
	Arg<15%	15%<Arg<30%	Arg>30%	
	L<45%	L>45%		
	CaCO <sub>3</sub> <10%	CaCO <sub>3</sub> <10%		CaCO <sub>3</sub> >40%
Sol superficiel (0 à 30 cm)	5	10	15	15
Sol profond (0 à 60 cm)	10	15	20	20
Profond (0 à 90 cm)	15	20	30	30
Très profond (0 à 120 cm)	20	30	40	40

Source : AZOBIL, INRA, 2012

## 2. Les fournitures en azote du sol

### 2.1 Ri : Reliquat azoté à l'ouverture du bilan

Le reliquat d'azote minéral peut être issu d'une analyse de sol à l'ilot cultural. A défaut, il peut être estimé. Il est fourni annuellement par le modèle d' Arvalis et diffusé par les opérateurs agricoles.

Le reliquat est estimé ou mesuré :

- sortie hiver (février-mars) pour les bisannuelles et fourragères
- au semis pour les annuelles de printemps (ex : persil, cucurbitacées...)Le bilan doit être ouvert à la sortie de l'hiver (février-mars) pour les bisannuelles et fourragères
- et au semis pour les annuelles de printemps (ex : persil, cucurbitacées...)

### 2-2 : Mr : Minéralisation nette de résidus de cultures

Le besoin de la culture tient aussi compte du fait qu'il reste de l'azote dans le sol à la récolte (tableau ci-dessous) que les racines n'ont pas été capables d'extraire.

Nature du précédent	Mr (KgN/ha)	
	Date d'ouverture du bilan (date de mesure du reliquat azoté)	
	Février	Mars-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	30
Luzerne (retournement fin d'été/début automne) : année n + 1	40	0
Luzerne ( retournement fin d'été/début automne) : année n+2	20	20
Luzerne ( retournement printemps)		
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain	-10	0
Pois protéagineux	20	10
Prairie	0	0
Pois, haricots de conserve	20	10
Pommes de terre	20	10
Tournesol	-10	0
Ray-Grass dérobé	-10	0
Soja	20	10

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

Source : ARVALIS-Institut du végétal, INRA, 2012

## 2-3 Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

C'est une estimation prévisionnelle de la quantité d'azote provenant de la minéralisation de l'humus, qui sera disponible pour la culture pendant son développement.

**Cultures potagères bisannuelles (ouverture du bilan au 15/2 et récolte fin aout)**

	Taux MO	
	-2%	2 à 2.5%
<b>Sol calcaire (&gt;20% CaCO3)</b>	32	32
<b>Sol non calcaire argile &lt; 25%</b>	32	43
<b>Sol non calcaire argile &gt; 25%</b>	32	43

**Cultures potagères annuelles (ouverture du bilan au 15/4 et récolte fin aout)**

	Taux MO	
	-2%	2 à 2.5%
<b>Sol calcaire (&gt;20% CaCO3)</b>	23	23
<b>Sol non calcaire argile &lt; 25%</b>	23	30
<b>Sol non calcaire argile &gt; 25%</b>	23	30

**Cultures fourragères (ouverture du bilan au 15/02 et récolte entre 15/06 et 30/07)**

	Taux MO	
	-2%	2 à 2.5%
<b>Sol calcaire (&gt;20% CaCO3)</b>	25	25
<b>Sol non calcaire argile &lt; 25%</b>	25	33
<b>Sol non calcaire argile &gt; 25%</b>	25	33

Source FNAMS

## 3. Les apports d'azote

### 3-1 : Xa : apport fourni par les produits résiduaire organiques

$$Xa = Q * Npro * Keq$$

avec

Q = m3 ou tonnes épandues / ha

Npro = teneur en N total du produit résiduaire organique

Keq = coefficient d'équivalence en engrais minéral des principaux fertilisants azotés organiques

Les valeurs Npro et Keq sont fournies en annexe 14 de l'arrêté régional.



## Annexe 13 – Valeurs de rendement moyen par département (période 2006 à 2010)

### Annexe 13 à l'arrêté du préfet de région portant sur le référentiel régional en matière de fertilisation azotée

Rendement moyen sur la période 2006-2010 (en quintaux par ha)

CULTURES	ARIEGE	AVEYRON	HAUTE-GARONNE	GERS	LOT	HAUTES-PYRENEES	TARN	TARN ET GARONNE	Midi-Pyrénées
<b>GRANDES CULTURES</b>									
blé tendre	47	45	52	55	46	55	51	54	53
blé dur	42	43	47	48	39	43	45	47	47
Seigle et méteil	33	35	38	38	32	38	36	38	35
orge et escourgeon	43	44	44	47	44	47	47	44	45
avoine	30	29	38	37	32	35	31	37	33
Maïs grain	78	76	94	88	68	88	88	96	89
maïs grain irrigué	88	96	102	96	89	103	97	102	99
maïs grain non irrigué	43	56	55	56	43	62	50	54	57
Maïs semence	35	41	32	32	33	20	34	35	34
Sorgho	50	52	55	57	49	59	56	57	55
Triticale	44	47	42	44	43	46	42	46	45
Autres céréales non mélangées			36	31	31		29		33
Mélanges de céréales hors méteil	37	37	34	36		32	29	42	36
Colza et navette	28	30	29	28	26	27	27	28	28
Tournesol	21	22	23	23	22	24	22	23	23
Soja	24	23	28	26	21	27	26	28	27
Lin oléagineux		11	10	11	11		15	16	14
Autres oléagineux	20	20	4	20		20	20		12
Féveroles et fèves	16	15	18	18	16	19	18	17	18
Pois protéagineux	23	23	33	29	21	21	29	30	31
Lupin doux	15	14	18	20	20	16	14	19	16
<b>ARBORICULTURE</b>									
Abricots					0			63	61
Bigarreaux		35	27	46	30		58	60	56
Cerises		35	27	46	30		58	60	56
Pêches			75	75	56		52	112	101
Nectarines et brugnons			66	77	63		47	105	96
Prunes à pruneaux				121	94			122	117
Reinesclaudes					78			98	96
Quetsches									
Autres prunes			207		130			166	164
JulesGuyot								191	191
Williams	158		170				146	210	202
Autres poires d'été									
Poires d'automne	115		84				0	123	112
Poires d'hiver								102	102
Poires de table	134		125				77	165	157
Pommes Golden	522	131	544	297	371	426	500	544	530
Granny Smith			326				507	585	572
Autres pommes	277	144	396	358	283	329	470	495	481
Amandes			5		16			13	13
Châtaignes		16	12		15	15	12	23	17
Noix	16	12	18	31	17	8	18	22	18
Noisettes	23	19	4	19	29	11	12	26	24
Actinidia Kiwi	86		171	185			184	170	170
Cassis et myrtilles	25		25		37			30	30
Framboises	29	20	20	16	41	21		26	30
Groseilles	17	22	22		42		0	24	22
<b>VITICULTURE</b>									
Vignes à raisin de table	37		37		70		54	80	79
Vignes à raisin de cuve	19	25	49	99	37	30	70	52	76
<b>MARAICHAGE</b>									
Pommes de terre primeurs ou nouvelles	180	188	200	200	130	140	180	200	182
Pommes de terre de conservation et demisaison	242	325	265	245	232	178	276	287	278
Pommes de terre de consommation	230	314	236	239	199	176	259	274	260
Artichauts			70	39				54	56
Asperges	41	26	57	41	41		53	64	52
Céleris branches			380		0		300	250	340

Choux fleurs	132	122	187	142	97	135	163	152	166
Choux brocolis	114		186	16		116		0	55
Choux de Bruxelles	77		101			94	95	117	104
Choux autres	160	220	220	150	0	220	200	180	194
Epinards	89	109	86	161	118		100	143	121
Poireaux	260	240	250	220	200	250	300	160	241
Laitues	157	170	396	449	250	183	224	247	327
Chicorées frisées	100	150	280	190	225	220	180	280	262
Chicorées scaroles	100	130	290	200	240	200	180	280	264
Cresson			209						209
Mâche	79	104	82			99	99	59	83
Autressalades	78	0	0	0	98	0	0	219	39
Bettesetcardes	188		212	0	180	225		283	222
Persil			82					161	93
Fraises	107	73	117	98	158	112	98	118	134
Aubergines	161		233	273		161	161	167	201
Concombres	743		1 267	797		471	458	909	887
Cornichons		20	97	130		101	109	84	98
Courgettes	253	170	293	324	277	195	188	176	236
Melons	156		146	188	169		160	175	176
Pastèques			170	170				0	57
Poivrons e tpiments	200		190	250	238		140	150	185
Potirons courges citrouilles									
giraumon	272		302	324	0	406	327	178	245
Tomates	523	291	572	437	268	312	286	797	650
Ail len vert				93				92	93
Ail en sec			66	70	50		47	69	59
Betteraves potagères			291	194		246	215	169	222
Carottes	233	279	246	232	373	238	218	132	238
Céleris raves			225				178	220	217
Echalotes			75	100		48	58	81	81
Navets potagers			103	122		195	195	195	130
Oignons blancs	120		160	120	0	120	120	100	131
Oignons de couleur	208	263	227	153	198	256	250	114	194
Radis	140		90	200	100		120	100	109
Salsifis et scorsonères			115					0	29
Petits pois grain		41	44	65		68	48	58	60
Haricots à écosser et demisecsgrain	53		53	38		40	46	20	39
Haricotsverts yc.haricots beurre	62	62	51	117	65	113	53	96	105
Mais doux				187		183		129	177
Haricots secs y compris semences	18		14	20		11	12	15	14
Lentilles y compris semences	10	11	14	10	10	13	9	10	11
Pois secs pois de casserie y compris semences	14	32	16	16	14	14	16		16

Source – AGRESTE – statistiques agricoles annuelles

Les références inhérentes aux cultures absentes de cette liste sont précisées dans les fiches cultures (cas du lin, des prairies et du tabac notamment).

## Annexe 14 – Coefficients d'équivalence en engrais minéral des principaux fertilisants azotés organiques du Sud-Ouest

Dans le cas des effluents issus des exploitations agricoles :

- soit l'agriculteur a une teneur exacte par analyse : il utilise cette valeur ainsi que le seul coefficient Keq figurant dans le tableau ci-dessous
- soit l'agriculteur n'a pas d'analyse : il se réfère au tableau ci-dessous pour adopter les valeurs de références de teneurs d'azote et le coefficient Keq en fonction des types de matières organiques.

Dans le cas des effluents d'activités hors agricoles (effluents agro-alimentaires, boues, déchets verts, digestats de méthanisation...), la teneur est connue par une analyse indiquée dans contrat de commercialisation ou le plan d'épandage. Pour le Keq, à défaut de valeur précise pour le produit, il doit prendre la valeur 0,1 (source COMIFER).

Annexe au document « Gérer la fertilisation azotée dans le Sud-Ouest »  
Document ARVALIS – Institut du végétal

### Fertiliser avec les fumiers et les lisiers

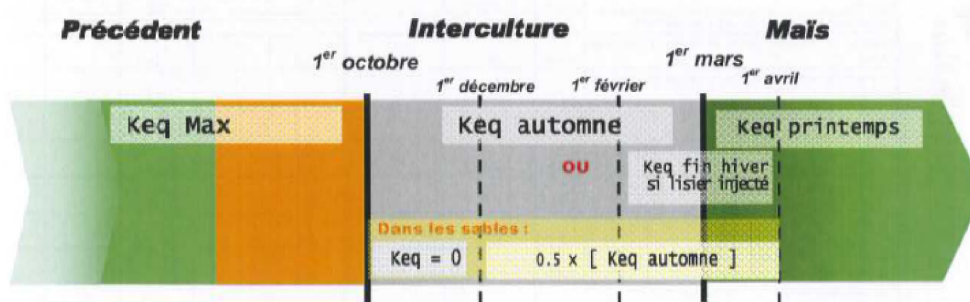
#### Calcul de la contribution des matières organiques à la fourniture d'azote pour la culture de maïs

La valeur fertilisante d'un apport organique est calculée en tenant compte de la **quantité de matière épandue**, de sa **teneur en azote** et du **coefficient d'équivalence d'un engrais minéral (Keq)**.

Des valeurs guides de **teneur en azote** sont indiquées dans le tableau en page suivante. L'analyse des matières organiques épandues est cependant préférable.

Le **coefficient d'équivalence** varie en fonction du type de matière organique et de la période d'apport (le mode d'apport peut également modifier le Keq). Les valeurs indiquées sont des moyennes : le Keq à retenir pourra être adapté si l'apport a lieu en début ou en fin de période.

#### Quel est le coefficient d'équivalence (Keq) ?



(cf. page suivante pour le tableau de valeurs)



## Teneur en azote et coefficient d'équivalence des principales matières organiques du sud-ouest

Origine	Type de produit	Nature	Teneurs kg N/t		Keq N				
			Valeurs de référence	Autres valeurs (locales)	Apport	Apport	Apport printemps		Keq Max
					automne	fin hiver (injecté)	en surface	injecté	
Bovins	Composts de fumier de bovins	solide	8.0	7 (Aveyron)	0.15		0.2		0.2
	Compost de fumier de veau	solide	3.0		0.15		0.2		0.2
	Fumiers de bovins compacts de paille ou d'étable entravée	solide	5.1		0.2		0.25		0.25
	Fumiers de bovins mous de logettes	solide	5.1		0.2		0.5		0.5
	Fumiers de bovins très compacts de litière accumulée	solide	5.8		0.2		0.25		0.25
	Fumiers de veaux	solide	2.4		0.15		0.2		0.2
	Lisiers de bovins (dilué en bâtiment couvert)	solide	2.7		0.2	0.5	0.5	0.6	0.6
	Lisiers de bovins (pailleux en bâtiment couvert)	liquide	3.5		0.2	0.5	0.5	0.6	0.6
	Lisiers de bovins (pur en bâtiment couvert)	liquide	4.0		0.2	0.5	0.5	0.6	0.6
	Lisiers de bovins (très dilué en bâtiment non couvert)	liquide	1.6		0.2	0.5	0.5	0.6	0.6
	Lisiers de bovins à l'engrais (pailleux en bâtiment couvert)	liquide	5.2		0.2	0.5	0.5	0.6	0.6
	Lisier de veaux	liquide	2.7	2 (Aquitaine)	0.2	0.5	0.5	0.6	0.6
	Purin de bovins, dilués	liquide	0.4		0.2	0.5	0.5	0.6	0.6
	Purin de bovins, pur	liquide	3.0		0.2	0.5	0.5	0.6	0.6
	Ovins	Composts de fumier d'ovins	solide	11.5	8 (Aveyron)	0.15		0.2	
	Fumiers d'ovins	solide	6.7		0.2		0.25		0.25
	Fientes de poule déshydratées	solide	30.0		0.3		0.6		0.6
Volailles	Fientes de poules pondeuses (<10%MS) ou lisier de pondeuses	solide-liquide	6.8		0.3	0.7	0.6	0.7	0.7
	Fientes de poules pondeuses (humides 25%MS)	solide	15.0		0.3		0.6		0.6
	Fientes de poules pondeuses (préséchées sur tapis 40%MS)	solide	22.0		0.3		0.6		0.6
	Fientes de poules pondeuses (séchées en fosse profonde)	solide	30.0		0.3		0.6		0.6
	Fientes de poules pondeuses (séchées sous hangar 80%MS)	solide	40.0		0.3		0.6		0.6
	Fumiers de dindes, à la sortie du bâtiment	solide	27.0		0.3		0.5		0.5
	Fumiers de dindes, après stockage en condition sèche	solide	25.0		0.3		0.5		0.5
	Fumiers de dindes, après stockage en condition humide	solide	21.0		0.3		0.5		0.5
	Fumiers de pintades, à la sortie du bâtiment	solide	32.0		0.3		0.5		0.5
	Fumiers de pintades, après stockage en condition sèche	solide	29.0		0.3		0.5		0.5
	Fumiers de pintades, après stockage en condition humide	solide	24.0		0.3		0.5		0.5
	Fumiers de poulets de chair (à la sortie du bâtiment)	solide	29.0		0.3		0.5		0.5
	Fumiers de poulets de chair (après stockage en conditions humides)	solide	22.0		0.3		0.5		0.5
	Fumiers de poulets de chair (après stockage en conditions sèches)	solide	26.0		0.3		0.5		0.5
	Fumiers de poulets label, à la sortie du bâtiment	solide	20.0		0.3		0.5		0.5
	Fumiers de poulets label, après stockage en condition sèches	solide	18.0		0.3		0.5		0.5
	Fumiers de poulets label, après stockage en condition humide	solide	15.0	12 (Aquitaine)	0.3		0.5		0.5
	Composts de fumier de volailles	solide	23.0	20 (Gers)	0.25		0.4		0.4
	Compost de fumier de canard prêt à gaver	solide	11.0		0.15		0.2		0.2
	Fumier de canards gras prêt à gaver	solide	5.0		0.3		0.5		0.5
	Lisier de palmipède à rôtir	liquide	7.5		0.3	0.7	0.6	0.7	0.6
	Lisier de canards gras	liquide	1.8	2.5 (Aquitaine)	0.3	0.7	0.6	0.7	0.6
	Porcins	fumier de refus de tamisage de lisier	solide	7.2					
Fumiers de porc sur litière de sciure accumulée		solide	7.7		0.2		0.4		0.4
Fumiers de porcs de litière de paille accumulée (3 mois minimum)		solide	9.7		0.2		0.4		0.4
Lisier de truies gestantes (fosse sous bâtiment)		liquide	3.9		0.3	0.7	0.6	0.7	0.7
Lisier de porcelets post sevrage (8 à 30kg pv) (fosse sous bâtiment)		liquide	5.3		0.3	0.7	0.6	0.7	0.7
Lisier de porcs à l'engrais (30 à 112 kg pv) (fosse sous bâtiment)		liquide	7.9		0.3	0.7	0.6	0.7	0.7
Lisier de porcs mixtes (naisseur-engraisseur), dilué (fosse extérieure)		liquide	4.0		0.3	0.7	0.6	0.7	0.7
Caprins	Fumiers de caprins	solide	6.1		0.2		0.25		0.4
Chevaux	Fumiers de chevaux	solide	6.2		0.2		0.25		0.4
Lapins	Fumiers de lapins	solide	7.0						
	Lisier lapins	liquide	8.5	9 (Aquitaine)					
Autre	Effluents vinicoles	-	0.1		0.2		0.5		

<b>Annexe 15</b>		
<b>Arrêté du référentiel régional</b>		
<b>CULTURES FAISANT L'OBJET DE DOSES D'AZOTE PREVISIONNELLES PLAFONNEES</b>		
<b>Cultures</b>	<b>dose plafond</b>	<b>observation</b>
La dose plafond est exprimée en unité d'Azote total par hectare		
<b>Cultures permanentes</b>		
vigne	40UN si rendement < 60 qtx	
	90UN si rendement > 60 qtx	
<b>Proteagine ux</b>		
Féveroles et vesce	0	
Pois protéagineux	0	
<b>Autres cultures éparses</b>		
cultures légumières (cf. détail) dont haricot	dose plafond/espèce	<i>voir annexe 16</i>



## Annexe 16 Doses plafonds-Maraîchage

### Cultures maraîchères de plein champ et sous abris

ESPECES	QUANTITE Kg N/Ha	REPARTITION DES APPORTS
AIL	100 100 à 200	Culture non irriguée - 30 à 40 U à la plantation, le reste à la sortie de l'hiver Culture irriguée - fractionné à la plantation, en sortie d'hiver et au printemps
ARTICHAUT	60 120	1ère année - 30 U 1 mois après plantation - 30 U à la formation des capitules Années suivantes - 60 U à l'automne - 30 U au printemps - 30 U à la formation des capitules
ASPERGE	30 à 50 60 à 80 100 à 120	1ère année - Fin juin à mi-juillet 2ème année - Avril à juillet Années suivantes - Tout après récolte
AUBERGINE	300 à 400 150 à 180	Serre en sol - 0 à 100 U à la préparation du sol, suivant sa richesse, le reste en 3 ou 6 fois à partir de la cueillette des premiers fruits Plein champ - idem
BETTERAVE	150 à 200	Avant semis 40 à 80 U (40 sol filtrant - 80 sol normal) 100 à 120 U en un ou deux apports 2 à 3 mois après le semis
BROCOLI A JET	120	1/3 à la plantation, le reste 1 mois après
CAROTTE	60 à 100	10 à 20 U au semis - 50 à 80 U en cours de culture en 2 apports
CELERI RAVE	150 à 200	Fractionner en 2 ou 3 fois entre la plantation et le début du boulage
CELERI BRANCHE	200 à 400	Fractionner en 2 ou 4 fois entre la plantation et 2 mois après la plantation
CERFEUIL	90	Au stade jeune plant 60 U - Feuille développée 30 U
CHICOREES	120	Fractionner en 2 ou 3 fois
CHOU DE BRUXELLES	120 à 160 200 à 300	Culture traditionnelle 23000 plantes/Ha - 80 à 100 U avant plantattion - 60 U en couverture Culture intensive 40000 plantes/Ha - Fractionner en 3 fois
CHOU-FLEUR	150 à 200	Chou-fleur d'été - 1 apport avant plantation Fractionner en 2 ou 3 fois pour les autres saisons
CHOU POMME	150 à 200	Fractionner en 3 fois - 1/3 avant plantation -1/3 1 mois après plantation - 1/3 2mois après plantation
CONCOMBRE SERRE	600	Sol - fractionner tout au long de la culture
CORNICHON	60 à 90	En couverture - à partir le la 1 ère récolte 30 U tous les 15 jours
COURGETTE	120 à 160	Avant mise en place - 40 à 60 U - En couverture 80 à 100 U en 2 ou 3 fois

ESPECES	QUANTITE Kg N/Ha	REPARTITION DES APPORTS
ECHALOTE	60 à 110	A la plantation 20-30 U - En couverture 40-80 en 1 ou 2 fois
EPINARD	100 à 150	50% au semis ou plantation - 50% au stade 2-3 feuilles
FENOUIL	125 à 130	Avant plantation - 25 à 30 U - à la reprise 50 U - à mi-développement 50 U
FEVE	25 à 50	
Haricot tarbais		sur filet : 30U sur tuteur maïs : 60U
HARICOT	25 à 80	Au semis 30 U - éventuellement complément en cours de culture
LAITUE	100 à 120	A la plantation 60 U - complément au stade 10-12 feuilles
MACHE	50 à 70	Au semis ou à la plantation 30 à 50 U - 3 semaines avant récolte 20 U
MELON	150 à 200	Culture plein champ irriguée: 1/3 à la mise en place 1/3 à l'apparition des fleurs femelles 1/3 au début du grossissement des fruits
NAVET	60 à 80	Fractionnement en 2 fois uniquement en couverture
OIGNON JOUR LONG	154 à 195	Avant semis 60 U - 2-3 feuilles 33 à 50 U - 1 mois après 33 à 50 U - grossissement du bulbe 28 à 50 U
OIGNON BLANC	213	Avant plantatio 33 U - Stade petites feuilles 60 U - Stade grandes feuilles 60 U - 45 jours 60 U
PASTEQUE	85	1/3 au semis - le reste fractionné en cours de culture
PERSIL	200	Avant semis ou plantation 50 U - après chaque coupe 50 U
POIREAU	150 à 200	Avant plantation 50 à 100 U - le reste fractionné en 2 apports en cours de culture
POIREE ou BETTE	150	Avant plantation 50 U - après chaque coupe 50 U
POIVRON	200 à 300	Avant plantation 100 U - le reste à fractionner en 3 fois : avant floraison - au grossissement du premier fruit - à mi-culture
POMME DE TERRE	100 à 200	
RADIS	60 à 100	Apport en 2 fois - au semis et avant le grossissement des racines
TOMATE	100 à 150 300 à 400 550 à 750	Culture non palissée de plein champ Culture palissée de plein champ Culture de serre en sol

*Référence: Mémento fertilisation des cultures légumières CTIFL*