

**Annexe 1 à l'arrêté établissant le référentiel régional
de mise en oeuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée en Midi-Pyrénées :**

Récapitulatif des méthodes de calcul de la dose prévisionnelle à utiliser pour chacune des cultures des zones vulnérables de la région Midi-Pyrénées

Cultures	Méthode	Annexe de référence	Page
Céréales à pailles	Bilan	2	2
Maïs et sorgho	Bilan	3	8
Colza d'hiver	Bilan	4	15
Prairies et cultures fourragères hors maïs et sorgho	Bilan	5	20
Chanvre	Bilan	6	24
Tabac	Bilan	7	26
Cultures porte-graines hors maïs, tournesol, colza	Bilan	8	28
Tournesol	Pivot	9	31
Soja	Pivot	10	34
Lin oléagineux d'hiver	Pivot	11	35
Arboriculture	Pivot	12	36
Cultures maraîchères de plein champ et sous abri	Plafond	13	38
Autres cultures	Plafond	14	39

**Annexe 2 : 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

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

$$X = ([Pf + Rf] - [Pi^* + Ri^{**} + Mh + Mhp + Mr + MrCI]) / CAU - Xa$$

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 : Reliquat 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 : 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

MrCI : Minéralisation nette de résidus de cultures intermédiaires

CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais

Xa : Equivalent engrais minéral d'un produit organique

***Le paramètre Pi est comptabilisé dans le Ri calculé dans la méthode Sud-Ouest, cf. 2.1.2 lorsque le Ri est mesuré**

**** le Ri peut être obtenu par calcul ou par mesure**

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 + Rf

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.

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

Pf = (y * b ou bq) avec y = Objectif de rendement

b = besoins par unité de production

bq = besoins par unité de production pour un blé de force ou un blé dur permettant d'atteindre les objectifs de qualité

Rf = Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan cf. *tableau 1 annexe 16*

1.1 Besoins par unité de production (b ou bq)

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 ou bq) ou 1 tonne de Matière sèche. Source ARVALIS

Culture	Unité de production	Valeur b ou bq(Kg N/unité prod.)
Avoine	q (norme hum.)/ha	2.5
Blé tendre	q (norme hum.)/ha	3 (selon variétés : cf <i>tableau 2a annexe 16</i>)
Blé de force ou améliorant	q (norme hum.)/ha	3.7 (bq selon variétés : cf <i>tableau 2b annexe 16</i>)
Blé dur	q (norme hum.)/ha	3.7 (bq selon variétés : cf <i>tableau 3 annexe 16</i>)
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
Méteil de céréales pures*	T de MS/ha	19

* : si le méteil est un mélange de céréales et de légumineuses, alors la valeur b doit être ajustée selon la proportion de céréales ($b = 19 \times \% \text{ de céréales}$)

Pour affiner les calculs des besoins en azote des cultures, un arrêté complémentaire annuel publiera les valeurs pour produire un quintal par variété (b et bq). La sortie de l'arrêté complémentaire est prévue au 1^{er} février de chaque année.

1.2 Rendement objectif (y)

Il s'agit du rendement prévisionnel calculé selon les modalités stipulées à l'article 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 que les racines n'ont pas été capables d'extraire. Le tableau 1 en annexe 16 permet de connaître le poste Rf pour 22 sols de Midi-Pyrénées.

2- Les fournitures en azote du sol

2.1. Ri+Pi : Reliquat azoté et azote déjà absorbé à l'ouverture du bilan

L'ouverture du bilan est au stade épi 1 cm de la culture (1^{er} mars par convenance). Deux méthodes permettent de connaître la valeur du Ri+Pi :

- 1° Un calcul faisant intervenir le bilan azoté du précédent et un modèle agro-météorologique
- 2° Une mesure de reliquat d'azote

2.1.1 Le bilan azoté du précédent et le modèle agro-météorologique

Date d'ouverture du bilan : au stade épi 1 cm de la culture

Formule générale :

$Ri + Pi = (APL - \text{lixiviation hivernale} + \text{minéralisation nette hivernale de l'humus} - \text{azote déjà absorbé par la culture avant ouverture du bilan}) + Pi$

APL (Azote Potentiellement Lixivable) : quantité d'azote présent dans le sol à l'entrée de l'hiver dépendant de la nature du précédent, et susceptible d'être lixivié.

Plusieurs cas possibles en fonction de la nature du précédent :

➤ **Précédent autres que légumineuses et prairies.**

$R_i + P_i = (\text{APL} - \text{lixiviation hivernale} + \text{minéralisation nette hivernale de l'humus} - \text{azote déjà absorbé par la culture avant ouverture du bilan}) + P_i$

• **Calcul de APL (Azote Potentiellement Lixivable) :**

$\text{APL} = (A^1 + \text{Azote minéral apporté au précédent} + \text{azote organique apporté au précédent}^2 + \text{MhpPrécédent}^3 + \text{MrCIPrécédent}^4 - \text{Azote consommé par le précédent}^5) \times \text{Coeff de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente}^6 + \text{azote organique apporté avant ouverture du bilan}^7$

¹ **Calcul de la valeur A (Azote fourni à la culture précédente par la minéralisation) :**

$A = 0,102 \times \text{somme (ETP-P)} + 0,073 \times \text{somme de } T^\circ - 170$

(cette équation est calculée entre le 1^{er} avril et le 30 septembre de chaque année)

Cette relation statistique a été établie et ne peut être utilisée qu'à partir des données météo de la station de Toulouse Blagnac. Elle est validée annuellement par un réseau régional de reliquat à l'entrée de l'hiver avant le début de la lixiviation hivernale. Cette valeur annuelle est publiée dans l'arrêté complémentaire au 1^{er} février de chaque année, elle est valable pour toute la région.

² **Apport d'azote organique au précédent : (cf annexe 15)**

Equivalent engrais minéral Azote organique apporté au précédent = % N x Q x keq cycle

³ **MhpPrécédent : Effet d'un retournement de prairie avant le Précédent : cf 2.3**

⁴ **MrCIPrécédent : Contribution d'une culture intermédiaire avant le Précédent : cf 2.5**

⁵ **Azote consommé par le précédent :**

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

Les valeurs de N unitaire absorbé en fonction du précédent sont données par le **tableau 4-a annexe 16**.

⁶ **Coeff de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente : cf. tableau 5 annexe 16**

⁷ **Equivalent engrais minéral d'un produit organique apporté avant ouverture = % N x Q x keq Ri (cf annexe 15)**

• **Estimation de Ri à partir de APL et du cumul de pluie hivernale :**

La lixiviation hivernale, la minéralisation nette hivernale de l'humus et l'azote absorbé par la culture ont été modélisés pour 22 types de sol de la région Midi-Pyrénées. L'estimation du terme Ri se fait en utilisant les abaques Ri en fonction de APL et du cumul de pluie hivernale pour chaque type de sol de la région (cf. **Annexe 16 tableau 6**)

➤ **Précédent légumineuses :**

$R_i + P_i = (\text{APL} - \text{lixiviation hivernale} + \text{minéralisation nette hivernale de l'humus} - \text{azote déjà absorbé par la culture avant ouverture du bilan}) + P_i$

• **Calcul de APL :**

Tableau 2 : APL dans le cas d'un précédent légumineuses

	Kg N/ha
Pois	= 30 + 0.5 A
Féverole, lupin	= 20 + 0.4 A
Soja	= 20 + 0.3 A

+ Equivalent engrais minéral d'un produit organique apporté à l'automne

avec A : cf précédemment (¹ **Calcul de la valeur A**)

- **Estimation de (Ri + Pi) à partir de APL et du cumul de pluie hivernale :**

Idem cas précédent autres : (Ri + Pi) est estimé en fonction de APL et du cumul de pluie hivernale pour chaque type de sol de la région (cf. *annexe 16 tableau 6*)

➤ **Précédent prairies :**

$Ri + Pi = (\text{APL} - \text{lixiviation hivernale} + \text{minéralisation nette hivernale de l'humus} - \text{azote déjà absorbé par la culture avant ouverture du bilan}) + Pi$

- **Calcul de APL :**

Tableau 3 : APL pour un précédent prairie

Prairie de 1 à 2 ans	$25 \times kp + (0.3 \times A)$	+ Equivalent engrais minéral d'un produit organique apporté à l'automne
Prairie de 3 à 6 ans	$75 \times kp + (0.3 \times A)$	
Prairie de plus de 6 ans	$100 \times kp + (0.3 \times A)$	
Jachère annuelle de graminées	$10 + (0.4 \times A)$	
Jachère annuelle de légumineuses	$20 + (0.4 \times A)$	
Jachère pluriannuelle	$20 + (0.4 \times A)$	

$kp = 1$ pour une prairie toujours pâturée

$kp = 0.7$ pour une prairie fauchée et pâturée

$kp = 0.4$ pour une prairie toujours fauchée

Pour les associations graminées + légumineuses, le $kp = 1$

et A : cf précédemment (¹ Calcul de la valeur A)

- **Estimation de (Ri + Pi) à partir de APL et du cumul de pluie hivernale :**

Idem cas précédent autres : (Ri + Pi) est estimé en fonction de APL et du cumul de pluie hivernale pour chaque type de sol de la région (cf. *annexe 16 tableau 6*).

2.1.2 Une mesure de reliquat et une estimation de l'azote absorbé

- **Date d'ouverture du bilan :** au plus près de la date de la mesure du reliquat sans dépasser le stade épi 1 cm de la culture.
- **Mesure du reliquat (Ri) :** sur au moins deux horizons 0-30 et 30-60cm, si la profondeur de sol le permet, l'horizon 60- 90cm devra être analysé. Dans tous les cas, le prélèvement de terre devra être réalisé avant tout apport d'azote minéral ou organique à la sortie de l'hiver.
- **Estimation de l'azote déjà absorbé (Pi) :** Uniquement lorsque le Ri est mesuré, il faut déduire l'azote absorbé par la culture avant l'ouverture du bilan (date de la mesure de reliquat) à l'aide du tableau ci-dessous. Lorsque le Ri est calculé, le poste Pi est inclus dans le tableau 3 de l'annexe 16.

Nombre de talles primaires	Pas de talle	1	2	3	4	5	> à 5 talles
Pi(en kg d'N/ha)	10	15	20	25	30	35	40

Lorsque le Ri est mesuré, l'azote minéral fourni par un produit organique apporté à l'automne est inclus dans le résultat de la mesure du reliquat.

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.

Le **tableau 9 de l'annexe 16** permet de connaître la minéralisation (poste Mh) pour les 22 types de sols de la région Midi-Pyrénées.

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

Tableau 4 : Minéralisation nette due à un retournement de prairie :

b-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	Blé	10 *kp	30 * kp	50 * kp	60 * kp	70 * kp
	2	maïs ou blé	0	0	0	0	0
	3	maïs ou blé	0	0	0	0	0

Avec kp dépendant du mode d'exploitation de la prairie :

	kp (Effet du mode d'exploitation)	
	Graminées pures	Association Graminées-Légumineuses
Pâture intégrale	1	1
Fauche + pâture	0.7	1
Fauche intégrale	0.4	1

2.4 Mr : Minéralisation nette de résidus de récolte :

cf *annexe 16 tableau 4-b*

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

Tableau 5 : Minéralisation nette de résidus de culture intermédiaire

	Production de la CI (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie d'hiver
		Destruction Nov/déc
Crucifères (moutarde, radis ...)	< = 1	5
	2 (> 1 et < 3)	10
	> = 3	15
Graminées de type seigle, avoine	< = 1	0
	2 (> 1 et < 3)	5
	> = 3	10
Graminées de type ray-grass	< = 1	5
	2 (> 1 et < 3)	10
	> = 3	15
Légumineuses	< = 1	10
	2 (> 1 et < 3)	20
	> = 3	30
Hydrophyllacées (Phacélie)	< = 1	0
	2 (> 1 et < 3)	5
	> = 3	10
Mélanges graminées – légumineuses	< = 1	5
	2 (> 1 et < 3)	13
	> = 3	20
Mélanges crucifères – légumineuses	< = 1	8
	2 (> 1 et < 3)	15
	> = 3	23

3- Les apports d'azote

3.1 Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

Cet apport est considéré comme négligeable sur céréales.

3.2 Xa : apports fournis par les produits résiduaux organiques (PRO)

$$Xa = Q * Npro * Keq \text{ bilan}$$

avec

Q = m³ ou tonnes épandues / ha

Npro = teneur en N total du produit résiduaire organique

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

Les valeurs Npro et Keq bilan sont fournies en annexe 15 de l'arrêté régional

3.3 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 apporté 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 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 à la baisse l'objectif de rendement à ces conditions

**Annexe 3 :« Fiche maïs et sorgho»
(Maïs grain, Maïs fourrage, Maïs semence, Maïs doux, Sorgho grain et Sorgho fourrage)**

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) :

$$X = ([Pf + Rf] - [Ri^{**} + Mh + Mhp + Mr + MrCI + Nirr]) / CAU - Xa$$

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

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

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

**** le Ri peut être obtenu par calcul ou par mesure**

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 + Rf = (besoins de la plante x objectif de rendement) + azote restant après la récolte

Pf = (b x y) avec :

b = besoins par unité de production

y = Objectif de rendement

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

Pour le maïs semence, le tableau 2 indique en fonction de l'objectif de rendement le terme Pf qui regroupe les termes b et y (cf. tableau 2)

1.1 Besoins par unité de production (b)

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

Type	Rendements	Besoins N (kg/q) : b
Maïs Grain	< 100q/ha	2.3
	100 à ≤ 120 q/ha	2.2
	>120q/ha	2.1
Maïs fourrage	< 14t MS/ha	14
	14 à 18t MS/ha	13
	>18t M/ha	12
Maïs doux	Epis sans Spathes	10
	Epis avec Spathes	12
Sorgho Grain	< 50q/ha	2.9
	50 à 80	2.5
	80 à 100	2.3
	> 100	2.1
Sorgho fourrage	0 à 10t MS/ha	16
	10 à 15t MS/ha	14
	> 15t MS/ha	12.5

Tableau 2 : Cas du maïs semence : besoins en azote par hectare des rangs femelle en fonction de l'objectif de rendement

Objectif de rendement des rangs femelles à 15%	Besoin en azote : Pf
q/ha	Kg N/ha de femelle
[0-10[	70
[10-15[	85
[15-20[	95
[20-25[	105
[25-30[	115
[30-35[	125
[35-40[	130
[40-45[	135
[45-50[	140
[50-55[	145
[55-60[	150
[60-70[	155
[70-..[	165

La valeur du besoin par ha des rangs femelle doit être ajustée en fonction du dispositif de semis. = Pf/coefficient d'occupation des sols (tableau ci-dessous)

Tableau 3: coefficient d'occupation des sols des rangs femelles

Dispositif de semis	6x3	6x2	4x2 normal	4x2 réduit	4x3	2x1x2x2 réduit	2x2	Inter planting	Semences de base
Coefficient d'occupation par les femelles	0.75	0.77	0.69	0.71	0.67	0.63	0.57	0,67	1

1.2 Rendement objectif (y)

Il s'agit du rendement prévisionnel calculé selon les modalités stipulées à l'article 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 que les racines n'ont pas été capables d'extraire. Le **tableau 1 en annexe 16** permet de connaître le poste Rf pour les sols de Midi-Pyrénées en régime sec ou irrigué.

2. Les fournitures en azote du sol

2.1 Ri : Reliquat azoté à l'ouverture du bilan

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

Deux méthodes permettent de connaître la valeur du Ri :

- 1° Un calcul faisant intervenir le bilan azoté du précédent et un modèle agro-météorologique
- 2° Une mesure de reliquat d'azote

2.1.1 Le bilan azoté du précédent et le modèle agro-météorologique

Date d'ouverture du bilan : au plus tard à la date de semis de la culture.

Formule générale :

Ri = APL (Azote Potentiellement Lixivable) - lixiviation hivernal + minéralisation hivernale de l'humus avant ouverture du bilan.

APL (Azote Potentiellement Lixivable) : quantité d'azote présent dans le sol à l'entrée de l'hiver dépendant de la nature du précédent, et susceptible d'être lixivié.

Plusieurs cas sont possibles en fonction de la nature du précédent :

➤ **Précédent autre que légumineuses et prairies.**

Ri = APL (Azote Potentiellement Lixivable) - lixiviation hivernal + minéralisation hivernale de l'humus avant ouverture du bilan.

- **Calcul de APL**

APL = (A¹ + Azote minéral apporté au précédent + azote organique apporté au précédent² + MhpPrécédent³ + MrCIPrécédent⁴ - Azote consommé par le précédent⁵) x Coeff de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente⁶ + azote organique apporté avant ouverture du bilan⁷

¹ Calcul de la valeur A (Azote fourni à la culture précédente par la minéralisation) :

$A = 0,102 \times \text{somme (ETP-P)} + 0,073 \times \text{somme de } T^{\circ} - 170$

(cette équation est calculée entre le 1er avril et le 30 septembre de chaque année)

Cette relation statistique a été établie et ne peut être utilisée qu'à partir des données météo de la station de Toulouse Blagnac. Elle est validée annuellement par un réseau régional de reliquat à l'entrée de l'hiver avant le début de la lixiviation hivernale. Cette valeur annuelle est publiée dans l'arrêté complémentaire au 1^{er} février de chaque année, elle est valable pour toute la région.

² Apport d'azote organique au précédent : (cf annexe 15)

Equivalent engrais minéral Azote organique apporté au précédent = % N x Q x keq cycle

³ MhpPrécédent : Effet d'un retournement de prairie avant le Précédent : cf 2.3

⁴ MrCIPrécédent : Contribution d'une culture intermédiaire avant le précédent : cf 2.5

⁵ Azote consommé par le précédent :

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

Les valeurs de N unitaire absorbé en fonction du précédent sont données par le **tableau 4-a annexe 16**.

⁶ **Coeff de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente** : cf. *annexe 16 tableau 5*

⁷ **Equivalent engrais minéral d'un produit organique apporté à l'automne** : cf *annexe 15*

= % N x Q x keq Ri

- **Estimation de Ri à partir de APL et du cumul de pluie hivernale :**

La lixiviation hivernale et la minéralisation nette hivernale de l'humus ont été modélisées pour 22 types de sol de la région Midi-Pyrénées. L'estimation du terme Ri se fait en utilisant les abaques Ri en fonction de APL et du cumul de pluie hivernale pour chaque type de sol de la région (cf. *Annexe 16 tableau 7*)

➤ **Précédent légumineuses :**

Ri = APL (Azote potentiellement Lixivable) - lixiviation hivernal + minéralisation hivernale de l'humus avant ouverture du bilan.

- **Calcul de APL :**

Tableau 4 : APL dans le cas d'un précédent légumineuse

	Kg N/ha
Pois	= 30 + 0.5 A
Féverole, lupin	= 20 + 0.4 A
Soja	= 20 + 0.3 A

avec A : cf précédemment (¹ **Calcul de la valeur A**)

- **Estimation de Ri à partir de APL et du cumul de pluie hivernale :**

Idem cas précédent autres : Ri est estimé en fonction de APL et du cumul de pluie hivernale pour chaque type de sol de la région (cf. *Annexe 16 tableau 7*)

➤ **Précédent prairies :**

Dans ce cas, on considère que la prairie est retournée au printemps, la lixiviation hivernale est donc nulle.

Le Ri est estimé directement par dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Ri pour un précédent prairie

Prairie de 1 à 2 ans	25 x kp+ (0.3*A)
Prairie de 3 à 6 ans	75 x kp+ (0.3*A)
Prairie de plus de 6 ans	100 x kp+ (0.3*A)
Jachère annuelle de graminées	10 + (0.4 x A)
Jachère annuelle de légumineuses	20+ (0.4 x A)
Jachère pluriannuelle	20+ (0.4 x A)

kp = 1 pour une prairie toujours pâturée

kp = 0.7 pour une prairie fauchée et pâturée

kp = 0.4 pour une prairie toujours fauchée

Pour les associations graminées + légumineuses, le kp = 1

et A : cf précédemment (¹ **Calcul de la valeur A**)

➤ **Cas d'une culture intermédiaire :**

Dans ce cas, on n'applique pas non plus de lixiviation hivernale, l'azote présent dans le sol après une culture intermédiaire est fonction du type de sol, il est donné directement par le **tableau 8 annexe 16**.

2.1.2 Ri donné par une mesure de reliquat d'azote

Date d'ouverture du bilan : la mesure du reliquat doit être réalisée entre le 15 mars et le semis de la culture sur au moins deux horizons 0-30 et 30-60cm, si la profondeur de sol le permet, l'horizon 60- 90cm devra être analysé.

Dans tous les cas, le prélèvement de terre devra être réalisé avant tout apport d'azote (minéral ou organique) à la sortie de l'hiver.

Lorsque le Ri est mesuré, l'azote fourni par un produit organique apporté à l'automne est inclus dans le résultat de la mesure du reliquat.

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 après l'ouverture du bilan.

cf. **annexe 16 tableau 9**

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

Tableau 6 : 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
rang de la culture post destruction	1	maïs	20*kp	60*kp	100*kp	120*kp
	2	maïs ou blé	0	0	25*kp	35*kp
	3	maïs ou blé	0	0	0	0

Nb il n'y a pas d'effet azote lorsque la prairie est retournée à l'automne précédent une culture d'été

Avec kp dépendant du mode d'exploitation de la prairie :

	kp (Effet du mode d'exploitation)	
	Graminées pures	Association Graminées-Légumineuses
Pâturage intégrale	1	1
Fauche + pâturage	0.7	1
Fauche intégrale	0.4	1

2.4 : Mr : Minéralisation nette de résidus de récolte :

cf **annexe 16 tableau 4-c**

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

Tableau 5 : Minéralisation nette de résidus de culture intermédiaire

	Production de la CI (tMS/ha)	Ouverture du bilan au semis
		Destruction Nov/déc
Crucifères (moutarde, radis ...)	< = 1	0
	2 (> 1 et < 3)	5
	> = 3	10
Graminées de type seigle, avoine	< = 1	0
	2 (> 1 et < 3)	0
	> = 3	5
Graminées de type ray-grass	< = 1	0
	2 (> 1 et < 3)	5
	> = 3	10
Légumineuses	< = 1	5
	2 (> 1 et < 3)	10
	> = 3	20
Hydrophyllacées (Phacélie)	< = 1	0
	2 (> 1 et < 3)	0
	> = 3	5
Mélanges graminées – légumineuses	< = 1	3
	2 (> 1 et < 3)	5
	> = 3	13
Mélanges crucifères – légumineuses	< = 1	3
	2 (> 1 et < 3)	8
	> = 3	15

3. Les apports d'azote

3.1 : Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

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

3.2 : Xa : apport fourni par les engrais de ferme

Xa = % Npro x Q x keq bilan

Avec :

- % Npro = teneur N total de l'apport
- Q = m³ ou tonnes épandues/ha
- keq bilan = coefficient d'équivalence engrais azoté minéral efficace

Ces données sont fournies dans l'annexe 15 de l'arrêté. Une analyse de la teneur en azote d'un Pro est plus judicieuse que les valeurs standards des tableaux.

3.3 : CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais

Pour des raisons liées aux stades d'apports sur la culture, l'azote apporté par les engrais azotés est utilisé à des proportions diverses. Cela conduit à diviser les besoins de la culture moins la fourniture d'azote par le sol par le CAU en fonction du stade des apports.

Tableau 8

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 <30q/ha
CAU	0.6	0.7

Maïs doux		
Date d'apport N	Semis – 3 feuilles	4-12 feuilles
CAU	0.6	0,7

Sorgho		
Date d'apport N	Semis – 3 feuilles	4-12 feuilles
CAU	0.6	0,8

Annexe 4 : Fiche « Colza d'hiver »

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 azote colza® basée sur cette écriture peut être utilisée.

I – Ecriture opérationnelle

Ecriture simplifiée du bilan de masse dite « méthode additive

$$X = [(b \times y) + Rf] - (Pi + Ri + M + Mha + Fleg + Fass) - Xa$$

X : dose d'azote minéral à apporter (kg N/ha)

b : besoin unitaire en kg N absorbé à la fermeture du bilan / q de graines produites (/ha)

y : objectif de rendement (q/ha aux normes)

Rf : quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan (kg N/ha)

Pi : quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (kg N/ha)

Ri : quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (kg N/ha)

M : minéralisation nette de l'humus et des résidus de récolte du précédent (kg N/ha) (Mh + Mr)

Mha : fourniture d'azote liée à l'historique d'apport de PRO (Produits Résiduaux Organiques)

Fleg : supplément de fourniture d'azote lié à un précédent pois protéagineux (kg N/ha)

Fass : supplément de fourniture d'azote lié à des cultures compagnes (kg N/ha)

Xa : équivalent engrais minéral d'un produit organique apporté l'année de la culture (kg N/ha)

MV : poids de matière verte aérienne (kg/m²)

EH : entrée hiver (1^{ère} quinzaine de décembre)

SH : sortie hiver (1^{ère} quinzaine de janvier, avant le reprise de végétation)

Coeff : coefficient de conversion de la biomasse verte aérienne (kg/m²) en quantité d'azote absorbé (kg N/ha)

La dose X est plafonnée à 250 kg N /ha d'azote minéral.

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

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

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

Plafonnement de b x y :

Si $b \times y > 330$ kg N /ha, alors $b \times y = 330$ kg N /ha

1.1.1 Besoins par unité de production (b)

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

Pour le colza d'hiver de semences, la valeur du besoin par ha des rangs femelles doit être ajustée en fonction du dispositif de semis (nombre de rangs femelles X nombre de rangs mâles). Le dispositif de semis permet de calculer un coefficient d'occupation des sols des rangs femelles (COSF) selon la formule suivante :

$$\text{COSF} = \text{Nombre de rangs femelles} / (\text{nombre de rangs mâles} + \text{nombre de rangs femelles})$$

Besoins de la culture de colza semences $b' = b / \text{COSF}$

1.1.2 Rendement objectif (y) en q/ha

Il s'agit du rendement prévisionnel calculé selon les modalités stipulées à l'article 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) en kg N/ha

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	15 kg N/ha
Sols profonds	30 kg N/ha

La profondeur des sols (superficiel ou profond) est fixée au tableau 10 de l'annexe 16 de l'arrêté régional.

1.2 Quantité d'azote absorbé par la culture de colza à l'ouverture du bilan (Pi) en kgN/ha

L'estimation du Pi peut être soit directe (pesée à la balance) soit indirecte (soit via capteur soit par estimation visuelle). La pesée doit être privilégiée car elle est plus précise que l'estimation visuelle, en particulier pour les colzas moyens à gros (> 1 kg de matière verte / m²). L'estimation visuelle peut néanmoins être réalisée par défaut mais elle est peu fiable au delà de 1kg de matière verte/m². Plus le colza est gros, moins la méthode visuelle est fiable.

L'évaluation du poids frais par pesée se fait par prélèvement de 2 placettes si la parcelle est homogène, de 4 placettes si la parcelle est hétérogène, cela en évitant les bordures de la parcelle.

Il convient d'adapter la forme de chaque placette à l'écartement entre rangs :

➡ « Faible » écartements : inférieur à 40 cm.

Prélever sur une placette de forme carrée ou ronde. Chaque placette peut faire 0,25 ou 1 m².

➡ Ecartement « large » : supérieur ou égal à 40 cm.

Prélever une portion de rang correspondant à 1 m² (sur une longueur = 1 / valeur d'écartement).

Après pesée, on obtient une valeur moyenne de poids frais de matière verte aérienne sur la parcelle (en kg/m²).

Le Pi se calcule à partir des valeurs de poids frais (en kg/m²) selon les formules suivantes :

Si disponibilité de matière verte entrée hiver MV EH (1^{ère} quinzaine de décembre) et matière verte sortie hiver MV SH (1^{ère} quinzaine de janvier, avant la reprise de végétation) :

Si MV SH x coeff SH >= MV EH x coeff EH, alors Pi = MV SH x coeff SH,

sinon Pi = Nabs SH + (1/2 (Nabs EH – Nabs SH) / 1.35) avec Nabs = MV x coeff

Coeff EH : 50

Coeff SH : 65

Si MV EH pas disponible, alors Pi = MV SH x coeff SH

Si MV SH pas disponible, le calcul de Pi est impossible

2- Les fournitures en azote du sol

2.1. Ri : Reliquat azoté à l'ouverture du bilan en kgN/ha

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

Sols superficiels	20 kg N/ha
Sols profonds	30 kg N/ha

La profondeur des sols (superficiel ou profond) est fixée au tableau 10 de l'annexe 16 de l'arrêté régional. L'ouverture du bilan se situe dans la première quinzaine de janvier. Elle va de la reprise de croissance active à la sortie de l'hiver jusqu'à la récolte.

2.2. M=Mh+Mr : Minéralisation nette de l'humus du sol et des résidus de récolte du précédent

C'est une estimation prévisionnelle de la quantité d'azote provenant de la minéralisation de l'humus d'une part et des résidus de récolte du précédent d'autre part, qui sera disponible pour la céréale pendant sa croissance.

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

La profondeur des sols (superficiel ou profond) est fixée au tableau 10 de l'annexe 16 de l'arrêté régional.

2.3. Fleg en kg N/ha :

Si précédent pois protéagineux, alors Fleg= 25

Sinon Fleg=0

2.4. Fass en kg N/ha :

Si colza associé à un couvert gélif de légumineuses; alors Fass= 30

Sinon Fass =0

2.5. Mha : fourniture d'azote liée à l'historique d'apport de PRO (en kg N/ha)

Il convient d'additionner les valeurs de Mha de toutes les formes de produits résiduaux organiques (PRO) utilisés à leur fréquence d'épandage

Produits Résiduaux Organiques (PRO)	tous les ans	2 années sur 3	tous les 2 ans	tous les 3 ans et plus
Fumier de bovins	30	20	15	5
Fumier de volailles	15	10	5	5
Fumier de porcs	20	15	5	0
Fumier de cheval	40	25	20	10
Fumier d'ovins	35	20	15	10
Lisier de porcs	20	15	10	5
Lisier de bovins	25	15	10	5
Lisier de bovins dilué	10	5	5	0
Lisier, fientes de volailles (≤60%MS)	10	5	5	0
Fientes de volailles sèches (80%MS)	20	10	10	0
Boues urbaines liquides et pâteuses (≤20%MS)	15	15	10	5
Boues urbaines séchées (90%MS)	100	60	50	25
Compost de déchets verts	30	20	15	10
Compost de fumier de bovins, boues STEP + déchets verts	30	20	15	5
Compost de fumier de volailles	25	15	10	10
Vinasse de betterave concentrée	0	0	0	0
Ecumes de sucreries surpressées	5	5	5	0

3. Les apports fournis par les produits résiduaux organiques l'année de la culture

$$X_a = Q * N_{pro} * K_{eq} \text{ bilan}$$

avec

Q = m³ ou tonnes épandues / ha

N_{pro} = teneur en azote total du produit résiduaux organiques (PRO)

K_{eq} = coefficient d'équivalence en engrais minéral des principaux fertilisants azotés organiques

Les valeurs N_{pro} et K_{eq} sont fournies en annexe 15 de l'arrêté régional.

Si 2 PRO sont appliqués, les valeurs de chaque X_a s'additionnent.

III- La réglette azote colza[®]

Après avoir estimé le Pi par pesée (directe ou indirecte) ou estimation visuelle, la réglette azote colza[®] permet de calculer simplement la dose d'azote à apporter à la culture en fonction de la situation de la parcelle caractérisée dans l'outil.

Elle est disponible en accès libre sur www.terresinovia.fr depuis un ordinateur ou en application mobile et téléchargeable depuis un téléphone intelligent (via Google play ou App store). Cela permet ainsi d'utiliser l'outil en nomade sans couverture du réseau.

Terres Inovia est détenteur d'un brevet : Toute utilisation (totale ou partielle) du formalisme et des paramètres de la nouvelle Réglette azote colza[®] dans le cadre d'un produit de service implique une concertation avec l'institut technique pour définir les conditions d'utilisation.

Annexe 5 : Fiche « Prairies et cultures fourragères hors maïs et sorgho »

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_{rest} : 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 Rendement objectif (y)

Il s'agit du rendement prévisionnel calculé selon les modalités stipulées à l'article 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.

A défaut des données spécifiques aux cultures considérées, au niveau de l'exploitation, le rendement prévisionnel sera calculé selon les modalités particulières suivantes :

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
			F		4 – 5 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 ^{er} 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 élevée ou pâture intensive)	50	70	70	90	90	120	150

Les restitutions au pâturage 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'Elevage (brochure Trèfle blanc 2005)

Quantité d'azote fixé dans la biomasse (Fs) en unité /ha:

		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 sont fournies en annexe 15 de l'arrêté régional et les Keq spécifiques aux prairies sont fournies dans le tableau 6.

Tableau 6 : Kéq (coefficients d'équivalence N engrais minéral) des effluents organiques sur prairie

Type d'effluent	Période d'apport	Mode d'apport	Régions régulièrement arrosées	Régions à déficit estival marqué
Fumier de bovins, ovins, caprins	Automne-hiver	En surface	0,3	0,2
Fumier de bovins, ovins, caprins	Printemps	En surface	0,1	0,05
Compost de FB, FO, FC	Automne-hiver	En surface	0,25	0,15
Compost de FB, FO, FC	Printemps	En surface	0,05	0
Fumier de porcs	Automne-hiver	En surface	0,4	0,4
Fumier de porcs	Printemps	En surface	0,4	0,4
Compost de FP	Automne-hiver	En surface	0,2	0,2
Compost de FP	Printemps	En surface	0,2	0,2
Lisier de bovins	Printemps - début été*	En surface	0,5	0,4
Lisier de bovins	Printemps	En surface	0,6	0,5
Lisier de porcs	Printemps	En surface	0,6	0,5
Lisier de porcs	Printemps	Injecté ou déposé	0,7	0,6
Lisier de porcs	Fin été (prairie de + de 6 mois)**	En surface	0,4	0,3

*le début d'été est valable pour les régions arrosées (ou années pluvieuses des zones séchantes)

3.2. CAU

Le CAU est de 0,7 (valeur proposée par le COMIFER pour le Sud Ouest)

Annexe 6 : 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 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 racines de chanvre (de 0-60 cm à 0-90 cm selon les types de sols).

2. Les fournitures en azote du sol : FSOL

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

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 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 objectif 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 au tableau 1 de l'annexe 16.

Cas particulier : Une tolérance de 50UN pour le tabac Burley peut être accordée pour le Rf 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'îlot cultural. A défaut, il peut être estimé selon la formule décrite dans la fiche maïs (estimation du Ri).

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 9 de l'annexe 16 (sec ou irrigué).

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

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

2.4. : Xa : apport fourni par les engrais de ferme

$$Xa = Q * Npro * Keq \text{ bilan}$$

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 15 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.

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

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

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

Source : Chambre d'Agriculture de la Dordogne

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. Écriture 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

Cette écriture opérationnelle est utilisable pour les espèces listées dans le tableau ci-après.

Si le besoin en azote de la culture n'est pas connu, il faut 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.

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 besoins de la culture sont fournis dans le tableau ci-dessous, pour les espèces pour lesquelles les besoins sont connus.

Famille botanique	Espèces	Besoin N absorbés Par culture Kg/ha
FOURRAGERES PORTE-GRAINE		
Poacées	Ray-grass anglais	170
	Ray-grass d'Italie	110 (hors précoupe de printemps)
	Fétuque élevée	160
	Fétuque rouge	150
	Dactyle	190
	Ray-grass hybride	Ray-grass d'Italie : 110 (hors précoupe de printemps)
	Fétuque ovine	150
	Fétuque des prés	160
	Brome	160
	Fléole des prés	160
Brassicacées	Radis fourrager	150
BETTERAVE SUCRIERE PORTE GRAINE		
Chénopodiacée	Betterave sucrière	280
POTAGERE PORTE-GRAINE		
Alliacées	Oignons - plantation automne	150
	Oignons - plantation printemps	110
	Poireau	140
	Echalote	150
Apiacées	Carotte (type Nantaise)	140
	Persil	140
	Aneth	140
	Coriandre	140
	Fenouil	140
	Panais	140
Astéracées	Céleri	140
	Chicorée Witloof (semis direct)	160
	Chicorée à feuilles	160
	Laitue	130
	Cardon	140
Brassicacées	Chicorée Scarole / Frisée	160
	Radis (type rond rouge)	150
	Navet	150
	Cresson de fontaine	110
Chénopodiacée	Roquette	150
	Betterave rouge	200
	Epinard	120
Valérianacée	Poirée	280
	Mâche	110

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 au tableau 1 de l'annexe 16 de l'arrêté régional.

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'îlot 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 mesuré ou estimé :

- 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 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		Taux de MO < 2%	MO de 2 à 2,5%
Potagères bisannuelles (bilan ouvert 15/02)	Sol calcaire*	32	32
	Autres	32	43
Potagères annuelles (bilan ouvert 15/04)	Sol calcaire*	23	23
	Autres	23	30
Fourragères (bilan ouvert 15/02)	Sol calcaire*	25	25
	Autres	25	33

* sol calcaire (>20% Ca CO₃)

2.3 Mr : Minéralisation nette de résidus de cultures

Les valeurs de Mr sont proposées aux tableaux 4b et 4c de l'annexe 16 de l'arrêté régional

3 Les apports d'azote

Xa : apport fourni par les engrais de ferme

$$Xa = Q * Npro * Keq \text{ bilan}$$

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 15 de l'arrêté régional.

III - Doses plafonds en azote efficace pour certaines variétés porte-graines

Tableau 1: Doses plafonds pour certaines espèces de porte-graines

Famille botanique	Espèces	Dose plafond (Kg/ha)
FOURRAGERES PORTE-GRAINE		
Poacées	avoine rude	100
Poacées	Paturin des prés	80
Brassicacées	Chou fourrager	125
POTAGERES PORTE-GRAINE		
Alliacées	ciboule	90
Brassicacées	choux	125
Cucurbitacées	Courge, courgette, concombre, cornichon, melon, citrouille, patisson	120
Fabacée	Haricot	100

Annexe 9 : 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, le niveau de reliquat d'azote minéral dans le sol au semis et le niveau de minéralisation nette de l'humus du sol sous la culture de tournesol,
- ou par la méthode Héliotest de Terres Inovia.

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

- l'équation du bilan de masse pour la grille de conseil,
- l'équation d'efficacité pour Héliotest.

II – Tableau simplifié de préconisation proposée par Terres Inovia en région Midi-Pyrénées

Conseil de dose d'azote en tournesol, région Midi-Pyrénées		Objectif de rendement en q/ha (profondeur de sol associée**)			
Dose d'azote conseillée en tournesol (kg N /ha)		20 (sol superficiel)	25 (sol peu profond)	30 (sol profond)	≥35 (sol très profond)
Reliquat d'azote minéral dans le sol au semis (Ri*)	Minéralisation nette de l'humus en kg N/ha (Mh)				
Faible (30 N)	Faible ≤ 40	30	60	80	100
	Moyenne]40;70]	20	40	60	90
	élevée > 70	0	20	40	60
Moyen (60 N)	Faible ≤ 40	0	30	50	80
	Moyenne]40;70]	0	20	40	70
	élevée > 70	0	0	20	40
Elevé (90 N)	Faible ≤ 40	0	0	20	50
	Moyenne]40;70]	0	0	0	30
	élevée > 70	0	0	0	0

*Ri : reliquat d'azote au semis mesuré sur l'ensemble du profil en prélevant des échantillons de sol à différentes profondeurs (0 à 30 cm, 30 à 60 cm, 60 à 90 cm, voire 90 à 120 cm pour les sols les plus profonds) ou estimé par calcul

** cas d'un tournesol non irrigué en Midi-Pyrénées

1- L'objectif de rendement (y)

Il s'agit du rendement prévisionnel calculé selon les modalités stipulées à l'article 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 à l'aide de la méthode proposée dans le cadre de l'arrêté et valable pour les différentes cultures d'été, dont le tournesol.

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).

3- Mh : minéralisation nette de l'humus du sol

Trois classes de minéralisation nette de l'humus du sol (poste Mh) ont été retenues pour le tournesol dans les principaux types de sols de la région Midi-Pyrénées (typologie de la CRA Midi-Pyrénées) :

Mh faible : ≤ 40 kg N /ha

Mh moyenne :]40 ; 70]

Mh élevée : > 70 kg N /ha

Le tableau ci-dessous détermine le niveau de Mh pour chaque type de sol.

N° de sol	Type de sol Nom vernaculaire	Argile (%)	CaCO3 (%)	MO (%)	Cailloux (%)	maïs SEC (GRAIN ET ENSILAGE), TOURNESOL, tabac en sec, sorgho		Classe de minéralisation nette pour le tournesol - tous département sauf 65	Classe de minéralisation nette pour le tournesol - département 65
						Mh - tous départements sauf 65	Mh - 65		
1	Alluvions caillouteuses	20	0	1,5	25	30	40	faible	faible
2	Alluvions sableuses	10	0	1,5	0	55	80	moyenne	élevée
3	Alluvions limoneuses à limono argileuses	20	0	1,5	0	70	100	moyenne	élevée
4	Alluvions argilo-limoneuses à argileuses	35	0	1,7	0	55	75	moyenne	élevée
5	Alluvions caillouteuses	20	20	1,5	25	20	-	faible	-
6	Alluvions sableuses	10	20	1,5	0	50	-	moyenne	-
7	Alluvions limoneuses à limono argileuses	20	20	1,5	0	55	-	moyenne	-
8	Alluvions argilo-limoneuses à argileuses	35	20	1,7	0	40	-	faible	-
9	Boulbène caillouteuse superficielle	15	0	1,5	25	35	45	faible	moyenne
10	Boulbène superficielle	15	0	1,5	0	45	65	moyenne	moyenne
11	Boulbène profonde	15	0	1,5	0	55	80	moyenne	élevée
12	Boulbène moyenne	15	0	1,5	0	55	80	moyenne	élevée
13	Argilo-calcaire superficiel (rendosols)	30	20	1,5	0	20	-	faible	-
14	Argilo-calcaire profond (calcosols)	33	10	1,7	0	30	-	faible	-
15	Argilo-calcaire moyen (calcosols)	33	10	1,6	0	30	-	faible	-
16	Argilo-calcaires (calcisols)	35	0	2	0	40	-	faible	-
17	Argilo-acides (brunisol)	30	0	2	5	45	-	moyenne	-
18	Sols des Causses	30	10	2	30	20	-	faible	-
19	Ségala (sols acides limono-sableux à limono-argilo-sableux)	20	0	3	20	70	-	moyenne	-
20	argilo calcaires à cailloux	30	25	1,5	25	20	-	faible	-
21	argileux acides à cailloux	30	0	1,5	25	25	-	faible	-
22	Ségala	20	0	1,8	20	40	-	faible	-

Remarque importante : pour un tournesol irrigué, prendre les mêmes classes de Mh qu'un tournesol en sec mais prendre comme objectif de rendement celui obtenu en tournesol sec dans ce même milieu. Nous considérons en effet que le supplément de Mh induit par l'irrigation permet de satisfaire les besoins supplémentaires d'azote minéral induit par l'irrigation (au travers de l'augmentation du rendement). Ainsi, dans une parcelle donnée, les doses d'azote appliquées pour un tournesol en sec ou en irrigué sont identiques.

V. Lecomte, Terres Inovia, le 01/07/2015

- La méthode Heliotest

La caractéristique principale d'Héliotest, méthode proposée par Terres Inovia, est d'estimer les fournitures d'azote minéral 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^{ère} étape

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

- 2^{ème} 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 10 : 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

I – 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.

II – 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 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 11 :Fiche « Lin oléagineux d’hiver »

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

La dose de fertilisation azotée minéral à apporter sur lin oléagineux d’hiver 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 (kg N / ha)	
	Sol superficiel *	Sol profond *
20 à 25	70 – 100	-
25 à 30	100 – 130	80 - 110
Plus de 30	-	100 - 130

* La profondeur des sols (superficiel ou profond) est fixée au tableau 10 de l’annexe 16.

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 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 pédo-climatiques du secteur.

Annexe 12 : 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.

Les apports en arboriculture sont calculés en fonction d'une 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.

Dose = base du pivot + rendement * coefficient (fonction du rendement)

L'objectif de rendement :

Il s'agit du rendement prévisionnel calculé selon les modalités stipulées à l'article 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 type de vergers

Dose d'azote à apporter sur jeunes vergers

TABLEAUX POUR CAS JEUNES VERGERS

objectif de rendement

Type	Espèces	Cycle production	Potentiel de rendement
Fruits à pépins	Pommier	jusqu'à la 2ème feuille	30 à 100 t/ha
	Poirier	jusqu'à la 3ème feuille	20 à 80 t/ha
	Actinida (kiwi)	jusqu'à la 4ème feuille	15 à 50 t/ha
	Raisin de table	jusqu'à la 3ème feuille	8 à 35 t/ha
	Raisin Chasselas	jusqu'à la 3ème feuille	5 à 16 t/ha
Fruits à noyau	Abricotier	jusqu'à la 3ème feuille	5 à 40 t/ha
	Cerisier	jusqu'à la 4ème feuille	5 à 25 t/ha
	Pêcher	jusqu'à la 4ème feuille	10 à 70 t/ha
	Prunier	jusqu'à la 4ème feuille	10 à 40 t/ha
	Prune d'Ente	jusqu'à la 4ème feuille	10 à 35 t/ha de fruits bruts
	Olivier	absence donnée	2 à 8 t/ha

quantité d'azote absorbé en fonction du cycle de production

Type	Espèces	Cycle production	Base de dose pivot	Coefficient en fonction du rendement
Fruits à pépins	Pommier	jusqu'à la 2ème feuille	40	0,6
	Poirier	jusqu'à la 3ème feuille	40	0,7
	Actinida (kiwi)	jusqu'à la 4ème feuille	45	1,4
	Raisin de table	jusqu'à la 3ème feuille	40	4
	Raisin Chasselas	jusqu'à la 3ème feuille	40	4
Fruits à noyau	Abricotier	jusqu'à la 3ème feuille	45	1,2
	Cerisier	jusqu'à la 4ème feuille	45	1,3
	Pêcher	jusqu'à la 4ème feuille	45	1,3
	Prunier	jusqu'à la 4ème feuille	45	0,9
	Prune d'Ente	jusqu'à la 4ème feuille	45	0,9
	Olivier	4ème feuille	15	10

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

TABLEAUX POUR CULTURES FRUITIERES EN PRODUCTION

objectif de rendement

Type	Espèces	Cycle production	Potentiel de rendement
Fruits à pépins	Pommier	à partir de la 3ème feuille	30 à 100 t/ha
	Poirier	à partir de la 4ème feuille	20 à 80 t/ha
	Actinida (kiwi)	à partir de la 5ème feuille	15 à 50 t/ha
	Raisin de table	à partir de la 3ème feuille	8 à 35 t/ha
	Raisin chasselas	à partir de la 3ème feuille	5 à 16 t/ha
Fruits à noyau	Abricotier	à partir de la 4ème feuille	5 à 40 t/ha
	Cerisier	à partir de la 5ème feuille	5 à 25 t/ha
	Pêcher	à partir de la 4ème feuille	10 à 70 t/ha
	Prunier	à partir de la 5ème feuille	10 à 40 t/ha
	Prune d'Ente	à partir de la 5ème feuille	10 à 35 t/ha de fruits bruts
	Olivier	à partir de la 4ème feuille	2 à 8 t/ha
Fruits à coque	Amandier coques	à partir de la 5ème feuille	3 à 4 t/ha
	Châtaignier	à partir de la 7ème feuille	1 à 5 t/ha
	Noisetier	à partir de la 7ème feuille	1 à 5 t/ha
	Noyer	à partir de la 7ème feuille	1 à 5 t/ha
Petits fruits	Framboisier	à partir d'entrée en production	10 t/ha
	Cassis	à partir d'entrée en production	15 t/ha
	Myrtille/Groseille	à partir de l'entrée en production	20 t/ha

quantité d'azote absorbé en fonction du cycle de production

Type	Espèces	Cycle production	Base de dose pivot	Coefficient en fonction du rendement
Fruits à pépins	Pommier	à partir de la 3ème feuille	80	0,6
	Poirier	à partir de la 4ème feuille	80	0,7
	Actinida (kiwi)	à partir de la 5ème feuille	90	1,4
	Raisin de table	à partir de la 3ème feuille	40	4
	Raisin chasselas*	à partir de la 3ème feuille	40	4
	Fruits à noyau	Abricotier	à partir de la 4ème feuille	90	1,2
Cerisier		à partir de la 5ème feuille	90	1,3
Pêcher		à partir de la 4ème feuille	90	1,3
Prunier		à partir de la 5ème feuille	90	0,9
Prune d'Ente		à partir de la 5ème feuille	90	0,9
Olivier		à partir de la 4ème feuille	20 à 30	10
Fruits à coque	Amandier coques	à partir de la 5ème feuille	80	15
	Châtaignier	à partir de la 7ème feuille	90	5
	Noisetier	à partir de la 7ème feuille	90	13,5
	Noyer	à partir de la 7ème feuille	60	10
Petits fruits	Framboisier	à partir de l'entrée en production	0	3
	Cassis	à partir de l'entrée en production	0	3,33
	Myrtille/Groseille	à partir de l'entrée en production	0	3

Annexe 13: fiche Cultures maraîchères de plein champ et sous abris

ESPECES		DOSE PLAFOND
		QUANTITE d'Azote efficace Kg N/Ha
		cultures de plein champ
AIL	culture non irriguée	100
	culture irriguée	200
ARTICHAUT	1ère année	60
	années suivantes	120
ASPERGE	1ère année	50
	2ème année	80
	années suivantes	120
AUBERGINE	sous serre	400
	plein champ	180
BETTERAVE		200
BROCOLI A JET		120
CAROTTE		100
CELERI RAVE		200
CELERI BRANCHE		400
CERFEUIL		90
CHICOREES		120
CHOU DE BRUXELLES	culture traditionnelle (23000plantes/ha)	160
	culture intensive (4000plantes/ha)	300
CHOU-FLEUR		200
CHOU POMME		200
CONCOMBRE SERRE		600
CORNICHON		90
COURGETTE		160
ECHALOTE		110
EPINARD		150
FENOUIL		130
FEVE		50
FRAISE (précoce et saison)		180
FRAISE (remontante)		250
HARICOT TARBAIS		30
HARICOT		80
LAITUE		120
MACHE		70
MELON		200
NAVET		80
OIGNON JOUR LONG		195
OIGNON BLANC		213
PASTEQUE		85
PERSIL		200
POIREAU		200
POIREE ou BETTE		150
POIVRON		300
POMME DE TERRE		200
RADIS		100
TOMATE	culture non palissée de plein champ	150
	culture palissée de plein champ	400
	sous serre	750

	dose plafond globale / ha/an
petits ateliers maraîchers diversifiés dont superficie < 1ha	210

On ne tient pas compte de l'eau d'irrigation.

Annexe 14 : fiche "autres cultures"

Cultures	dose plafond	observation
----------	--------------	-------------

La dose plafond est exprimée en unité d'Azote total par hectare

Cultures permanentes

vigne À raisin de cuve	40UN si rendement < 60 qtx	
	90UN si rendement > 60 qtx	

Proteagineux

Féveroles et vesce	0	
Pois protéagineux	0	

Autres cultures éparses

cultures légumières (cf. détail) dont haricot	dose plafond/espèce	<i>voir annexe 13</i>
--	---------------------	-----------------------

Toute autre culture non listée Dans le présent arrêté	210 kg N /ha	
--	---------------------	--

<p align="center">Annexe 15 – Coefficients d'équivalence en engrais minéral des principaux fertilisants azotés organiques du Sud-Ouest</p>

Dans le cas des effluents issus des exploitations agricoles :

 Soit l'agriculteur a une teneur exacte par analyse : il utilise cette valeur ainsi que les coefficients Keq figurants dans les tableaux suivants :

 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 les coefficients 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 le contrat de commercialisation ou le plan d'épandage. Pour les Keq, à défaut de valeur précise pour le produit, il doit prendre la valeur 0.1 (source COMIFER).

Le Keq à considérer est différent selon qu'il est calculé pour l'ensemble du cycle cultural (Keq cycle) ou uniquement pour une partie de ce cycle (Keq bilan ou Keq Ri). Il est donc fonction de la date d'apport des produits résiduels organiques par rapport à la date d'ouverture du bilan.

Effluents d'origine animale : source CRAMP avec Keq complétés et validés par ARVALIS

Origine	Type de produit		Teneur en azote total (kg N par tonne ou m³ de produit brut)	Cultures d'automne					Cultures de printemps								
				apports de fin d'été (sur colza)	apports d'automne				apports de printemps sans incorporation	apports d'automne sans CIPAN			apports d'automne sur CIPAN			apports de printemps	
					Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri		Keq Bilan	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	sans incorporation	incorporation immédiate
Bovins	Fumier de bovins	Fumier de bovin pailleux de litière accumulée	5,8	0,20	0,10	0,10	0,00	0,15	0,10	0,15	0,05	0,10	0,15	0,05	0,25	0,3	
		Fumier de bovin décomposé d'étable animaux entravés	5,3	0,22	0,10	0,12	0,02	0,15	0,10	0,15	0,05	0,20	0,20	0,00	0,30	0,35	
		Fumier de bovin mou de logettes	5,1	0,30	0,20	0,25	0,05	0,2	0,20	0,25	0,05	0,25	0,35	0,15	0,50	0,55	
	Lisier de bovins	Lisier de bovins dilué système couvert	1,6	0,35	0,10	0,15	0,05	0,25	0,1	0,15	0,05	0,10	0,15	0,05	0,45	0,65	
		Lisier de bovins non dilué	4,5														
		Lisier de bovins à l'engrais	5,2														0,30
	Purin de bovins	Purin de bovins dilué	0,4	0,30	0,20	0,3	0,1	0,5	0,20	0,25	0,05	0,20	0,3	0,1	0,4	0,60	
		Purin de bovins pur	3,0	0,30	0,20	0,3	0,1	0,5	0,20	0,25	0,05	0,20	0,3	0,1	0,4	0,60	
	Lisier de veaux		1,5	0,35	0,10	0,15	0,05	0,25	0,10	0,15	0,05	0,10		0,05	0,45	0,70	
	Fumier de veau		2,4	0,25	0,15	0,18	0,03	0,2	0,15	0,2	0,05	0,22	0,32	0,1	0,2	0,30	
Compost de fumiers de bovins	Compost de fumiers de bovins jeune de moins de 6 mois	6,3	0,20	0,05	0,11	0,06	0,1	0,15	0,2	0,05	0,15	0,20	0,05	0,20	0,25		
	Compost de fumiers de bovins vieux de plus de 6 mois	6,5	0,17	0,05	0,10	0,05	0,1	0,15	0,15	0	0,15	0,15	0	0,10	0,15		
	Compost de fumier de veau	3,0	0,25	0,15	0,17	0,02	0,2	0,15	0,2	0,05	0,22	0,32	0,1	0,20	0,3		
Ovins - Caprins	Fumier de caprins et ovins	7,0	0,20	0,10	0,15	0,05	0,15	0,1	0,1	0	0,15	0,15	0	0,2	0,25		
	Compost de fumier d'ovins	11,5	0,25	0,15	0,17	0,02	0,2	0,15	0,2	0,05	0,22	0,32	0,1	0,2	0,30		

Effluents d'origine animale (suite) :

Origine	Type de produit	Teneur en azote total (kg N par tonne ou m ³ de produit brut)	Cultures d'automne					Cultures de printemps									
			apports de fin d'été (sur colza)	apports d'automne				apports de printemps sans incorporation	apports d'automne sans CIPAN			apports d'automne sur CIPAN			apports de printemps		
				Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri		Keq Bilan	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	sans incorporation	incorporation immédiate	incorporation dans les 24h
								Keq cycle = Keq Bilan									
Volailles	Fientes de volailles avec litière	25,0	0,55	0,10	0,22	0,12					0,10	0,3	0,2	0,45	0,60	0,50	
	Compost de fientes de volailles avec litière	Compost de fientes de volailles avec litière de moins de 6 mois	23,0	0,35	0,05	0,14	0,09							0,45	0,55	0,50	
		Compost de fientes de volailles avec litière de 6 mois à 10 mois	23,0	0,35	0,05	0,14	0,09							0,25	0,35	0,30	
	Fientes de volailles	Fientes de volailles sèches (80%MS)	40,0	0,55	0,10	0,22	0,12		0,10	0,3	0,2	0,10	0,3	0,2	0,5	0,65	0,55
		fientes de volailles 60% de MS	24,0														
	Fumier de dindes	A la sortie du bâtiment	27,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50				0,20	0,40	0,2	0,50	0,60	0,60
		Après stockage en conditions sèches	25,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50				0,20	0,40	0,2	0,50	0,60	0,60
		Après stockage en conditions humides	21,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50				0,20	0,40	0,2	0,50	0,60	0,60
	Fumier de pintades	A la sortie du bâtiment	32,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50				0,20	0,40	0,2	0,50	0,60	0,60
		Après stockage en conditions sèches	29,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50				0,20	0,40	0,2	0,50	0,60	0,60
		Après stockage en conditions humides	24,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50				0,20	0,40	0,2	0,50	0,60	0,60
	Fumier de poulets de chair	A la sortie du bâtiment	29,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50				0,20	0,40	0,2	0,50	0,60	0,60
		Après stockage en conditions humides	22,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50				0,20	0,40	0,2	0,50	0,60	0,60
		Après stockage en conditions sèches	26,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50				0,20	0,40	0,2	0,50	0,60	0,60
	Fumier de poulets label	A la sortie du bâtiment	20,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50				0,20	0,40	0,2	0,50	0,60	0,60
		Après stockage en conditions sèches	18,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50				0,20	0,40	0,2	0,50	0,60	0,60
Après stockage en conditions humides		15,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50				0,20	0,40	0,2	0,50	0,60	0,60	
Compost de fumier de volailles	23,0		0,05	0,14	0,09	0,40				0,05	0,14	0,09	0,35	0,45	0,40		
Volailles	Fientes de poules pondeuses	Déshydratées	30,0	0,55	0,10	0,20	0,1	0,60				0,10	0,3	0,2	0,50	0,65	0,55
		< 10 % de MS, ou lisier de pondeuses	6,8	0,55	0,10	0,20	0,1	0,60				0,10	0,3	0,2	0,50	0,65	0,55
		Humides 25 % de MS	15,0	0,55	0,10	0,20	0,1	0,60				0,10	0,3	0,2	0,50	0,65	0,55
		Pré séchées sur tapis 40 % de MS	22,0	0,55	0,10	0,20	0,1	0,60				0,10	0,3	0,2	0,50	0,65	0,55
		Séchées en fosse profonde	30,0	0,55	0,10	0,20	0,1	0,60				0,10	0,3	0,2	0,50	0,65	0,55
	Fumier de canards gras prêts à gaver	5,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50				0,20	0,40	0,2	0,50	0,60	0,60	
	Compost de fumier canards prêts à gaver	11,0		0,05	0,14	0,09	0,20				0,05	0,14	0,09	0,35	0,45	0,40	
	Lisier de palmipèdes à rôtir	7,5	0,50	0,20	0,30	0,1	0,60				0,20	0,40	0,2	0,60	0,70	0,70	
	Lisier de canards gras	1,8	0,50	0,20	0,30	0,1	0,60				0,20	0,40	0,2	0,60	0,70	0,70	

Effluents d'origine animale (suite) :

Origine	Type de produit	Teneur en azote total (kg N par tonne ou m ³ de produit brut)	Cultures d'automne					Cultures de printemps									
			apports de fin d'été (sur colza)	apports d'automne				apports de printemps sans incorporation	apports d'automne sans CIPAN			apports d'automne sur CIPAN			apports de printemps		
				Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	sans incorporation	incorporation immédiate	incorporation dans les 24h
Porcins	Fumier de porcs	8,0	0,35	0,10	0,12	0,02		0,15	0,15	0	0,15	0,15	0,00	0,45	0,45	0,45	
	Lisier de porcs mixte	3,5	0,31	0,05	0,42	0,37	0,60	0,05	0,48	0,43	0,05	0,40	0,35	0,45	0,70	0,50	
	Lisier de truies gestantes (fosse sous bâtiment)	3,9	0,31	0,30	0,42	0,37	0,60				0,30	0,25	0,20	0,45	0,70	0,50	
	Lisier de porcelets post-sevrage (8-30 kg pv), fosse sous bâtiment	5,3	0,31	0,30	0,42	0,37	0,60				0,30	0,25	0,20	0,45	0,70	0,50	
	Lisier de porc à l'engrais (30-112 kg pv), fosse sous bâtiment	7,9	0,31	0,30	0,42	0,37	0,60				0,30	0,25	0,20	0,45	0,70	0,50	
	Compost de fumier de porcs ou de LP + paille (Guernevez)	Compost de fumier de porcs jeune (moins de 6 mois)	6,7	0,35	0,05	0,07	0,02		0,15	0,20	0,05	0,15	0,20	0,05	0,40	0,45	0,45
		Compost de fumier de porcs âgé (de 6 à 10 mois)	6,7	0,35	0,05	0,07	0,02		0,15	0,20	0,05	0,15	0,20	0,05	0,20	0,25	0,25
Équins	Fumier de cheval	8,0	0,20	0,10	0,15	0,05		0,20	0,20	0,00	0,20	0,20	0,00	0,20	0,20	0,20	
Lapins	Fumier de lapins	7,0		0,10	0,10	0,00		0,20	0,20	0,00	0,20	0,20	0,00	0,20	0,20	0,20	
	Lisier de lapins	8,5	0,30	0,20	0,30	0,10					0,20	0,30	0,10	0,40	0,60	0,45	
Effluents viticoles		0,1	0,30	0,20	0,30	0,10	0,50	0,20			0,20	0,30	0,10	0,50	0,60	0,60	

Légende :

- non pratiqué en Midi-Pyrénées
- Interdit dans les zones Vulnérables
- Source COMIFER / Arvalis Sud-Ouest
- Sources régionales (CRAMP / ARVALIS)

source "calcul de la fertilisation azotée" édition mai 2013 du comifer

Origine	Type de produit	Teneur en azote total (kg N par tonne ou m ³ de produit brut)	Cultures d'automne					Cultures de printemps										
			apports de fin d'été (sur colza)	apports d'automne				apports de printemps sans incorporation	apports d'automne sans CIPAN			apports d'automne sur CIPAN			apports de printemps			
				Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri		Keq Bilan	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	sans incorporation	incorporation immédiate	incorporation dans les 24h
Compost MIATE (avec support carbonaté) de 6 mois et plus		15,00		0,10	0,10	0,00										0,15		
Compost de déchets verts	Compost de déchets verts de plus de 6 mois	10,00	0,05	0,05	0,05	0,00				0,10			0,10			0,10		
	Compost de déchets verts de moins de 6 mois	10,00		0,00	0,00	0,00												
Compost urbain	Compost d'ordures ménagères résiduelles (par TMB)	10,00		0,05	0,05	0,00										0,10		
Digestats de méthanisation agricole	Digestats bruts	6,00					0,65									0,50	0,90	
	Fraction liquide après séparation de phase	5,20														0,70		
	Fraction sèche après séparation de phase	2,00														0,30		
Boues activées	Boues activées liquides IAA (C/N = 4.4)	2,85														0,50		
	Boues activées liquides égouttées IAA (C/N = 4.4)	4,05														0,50		
	Boues activées liquides urbaines (C/N = 4.9)	1,85														0,45		
	Boues activées liquides égouttées urbaines (C/N = 4.9)	3,30														0,45		
	Boues activées filtre presse non chaulées (C/N = 5.9)	13,00														0,45		
	Boues activées pâteuses filtre à bandes (C/N= 5.2)	11,00														0,40		
	Boues activées lits de séchage (C/N= 5.4)	20,50														0,40		
	Boues activées lits à rhizophytes (C/N = 5.9)	8,00														0,40		
	Boues activées déshydratées chaulées (C/N= 5.3)	10,20														0,35		
Boues digérées	Boues activées séchées (C/N= 6.0)	43,00														0,35		
	Boues digérées anaérobies liquides IAA (C/N= 4.2)	2,10														0,50		
	Boues digérées anaérobies déshydratées (C/N = 5.9)	11,30														0,40		
	Boues digérées anaérobies déshydratées chaulées (C/N= 6.0)	9,50														0,30		
Autres boues	Boues digérées anaérobies séchées (C/N= 6.1)	43,00														0,30		
	Boues lit bactérien/disque bio liquides (C/N= 7.5)	1,85														0,30		
	Boues lit bactérien déshydratées chaulées (C/N = 5)	7,50														0,30		
	Boues décanteur digesteur (C/N= 8.1)	2,25														0,30		
	Boues décanteur (C/N= 6 à 9)	2,05														0,30		
	Boues de curage de lagunes urbaines (C/N= 6 à 11)	1,70														0,30		
	Boues physico-chimiques déshydratées (C/N = 5.5 à 17)	8,75														0,25		
Boues digérées traitées thermiquement	Boues physico-chimiques déshydratées chaulées (C/N = 10 à 13)	6,65														0,25		
	stockage de courte durée sur le site de la station (C/N= 14)	9,80														0,15		
Compost de boues (C/N = 11.8)		11,50														0,15		
Matières de vidange (C/N = 11.8)		1,25														0,35		
Boues de stations d'épuration de papeterie	Boues mixtes papetières C/N < 15	4,75														0,20		
	Boues mixtes papetières 15 < C/N < 20	4,15														0,10		
	Boues mixtes papetières 20 < C/N < 35	2,75														0,00		
	Boues mixtes papetières	1,55																
	Boues de désencrage 40 < C/N < 70																	
Vinasse de betterave concentrée		20,00	0,50	0,15	0,20	0,05	0,45						0,10			0,50		

Annexe 16 - Valeurs des paramètres entrant dans le calcul de la dose d'azote

Tableau 1 : Quantité d'azote non extractible par la culture (poste Rf).

N° de sol	Type de sol	Argile	CaCO3	MO	Cailloux	Rf
	Nom vernaculaire	(%)	(%)	(%)	(%)	
1	Alluvions caillouteuses	20	0	1.5	25	15
2	Alluvions sableuses	10	0	1.5	0	15
3	Alluvions limoneuses à limono argileuses	20	0	1.5	0	30
4	Alluvions argilo-limoneuses à argileuses	35	0	1.7	0	15
5	Alluvions caillouteuses	20	20	1.5	25	15
6	Alluvions sableuses	10	20	1.5	0	40
7	Alluvions limoneuses à limono argileuses calcaires	20	20	1.5	0	30
8	Alluvions argilo-limoneuses à argileuses calcaires	35	20	1.7	0	10
9	Boulbène caillouteuse superficielle	15	0	1.5	25	15
10	Boulbène superficielle	15	0	1.5	0	30
11	Boulbène profonde	15	0	1.5	0	20
12	Boulbène moyenne	15	0	1.5	0	20
13	Argilo-calcaire superficiel (rendosols)	30	20	1.5	0	30
14	Argilo-calcaire profond (calcosols)	33	10	1.7	0	20
15	Argilo-calcaire moyen (calcosols)	33	10	1.6	0	30
16	Argilo-calciques (calcisols)	35	0	2	0	20
17	Argilo-acides (brunisols)	30	0	2	5	15
18	Sols des Causses	30	10	2	30	15
19	Ségala (sols acides limono-sableux à limono-argilo-sableux – MO élevé)	20	0	3	20	20
20	Argilo calcaires à cailloux	30	25	1.5	25	20
21	Argileux acides à cailloux	30	0	1.5	25	20
22	Ségala (sols acides limono-sableux à limono-argilo-sableux - MO faible)	20	0	1.8	20	15

Tableau 2a : Besoins unitaires en azote des variétés de blé tendre (en kg N/q)

Variétés blé tendre	b (kg N /q)
Accroc, Addict, Adhoc, Ambition, Amundsen, Andalou, Aramis, Arlequin, Armada, Atoupic, Aymeric, Belepi, Bermude, Cellule, Diderot, Espart, Expert, Fairplay, Fructidor, Glasgow, Granamax, Hekto, Hybery, Hybiza, Hymack, Hypod, Hyscore, Hystar, Hysun, Hyteck, Hywin, Hyxtra, Ionesco, Istabraq, JB Diego, Kundera, Laurier, Lear, Lyrik, Lythium, Mandragor, Meeting, Memory, Modern, Oakley, Odyssee, Pakito, Parador, Perfector, Pierrot, Prevert, Reciproc, Ronsard, Roysac, Scipion, Scor, Selekt, Sobbel, Sobred, Sokal, Sponsor, Stadium, Starway, Sy Moisson, Tentation, Terroir, Tobak, Torp, Trapez, Trémie, Valdo, Viscount, Zephyr	2.8
Adequat, Aldric, Aligator, Alixan, Altigo, Altria, Amador, Andino, Apache, Aprilio, Arezzo, Aristote, Arkeos, As de cœur, Ascott, Attitude, Aurele, Autan, Bagou, Barok, Basmati, Bastide, Bergamo, Boisseau, Bonifacio, Boregar, Boston, Brentano, Calumet, Campero, Catalan, Celestin, Centenaire, Charger, Chevron, Compil, Cordiale, Descartes, Dialog, Diamento, Dinosaur, Epidoc, Ephoros, Equilibre, Euclide, Flaubert, Fluor, Folklor, Forblanc, Galopain, Garantus, Garcia, Goncourt, Grapeli, Haussmann, Hybred, Hyfi, Hyxo, Hyxpress, Illico, Innov, Isengrain, Kalystar, Karillon, Lavoisier, Marcelin, Matheo, Maxwell, Minotor, Nirvana, Nucleo, Orcas, Oregrain, Orvantis, Oxebo, Paledor, Patras, Pepidor, Perceval, Phare, Plainedor, Pr22r20, Pr22r28, Pr22R58, Premio, Razzano, RGT Kilimanjaro, Richepain, Rochfort, Rodrigo, Rosario, Rubisko, Rustic, Sankara, Seyrac, Sirtaki, Sogood, Solehio, Sollario, Solognac, Sweet, Swinggy, Thalys, Toisondor, Uski, Waximum	3
Accor, Adagio, Aerobic, Allez y, Altamira, Ambello, Amerigo, Athlon, Atlass, Aubusson, Avantage, Azimut, Azzerti, Camp-Rémy, Calabro, Calcio, Calisol, Caphorn, CCB Ingenio, Cézanne, Chevalier, Conexion, Croisade, Exelcior, Exotic, Farandole, Frelon, Galactic, Graindor, Instinct, Interet, Iridium, Isidor, Kalango, Koreli, Lazaro, Limes, Lukullus, Manager, Mendel, Mercato, Miroir, Musik, Nogal, Nuage, Numeric, Oratorio, Paindor, Pueblo, Racine, Recital, Ressor, RGT Venezia, Saint Ex, Samurai, Scenario, Soissons, Solveig, Sophytra, Sorrial, Sy Alteo, Sy Tolbiac, Valodor, Zinal	3.2

Tableau 2b : Besoins unitaires en azote des variétés de blé tendre améliorante ou de force produit à plus de 14 % de protéines (en kg N/q)

Variétés blé tendre améliorante	bq (kg N/q) besoin d'azote par quintal produit à plus de 14 % de protéines
Manital, Renan,	3.5
Antonius, Esperia, Galibier, Lennox, MV Suba, Quality, Rebelde , (Tiepolo)	3.7
Adesso, Amicus, Bologna, Bussard, Claro, Courtot, Figaro, Ghayta, Guadalete, Levis, Logia, Lona, Nara, Qualital, Quebon, Runal, Sagittorio, Tamaro	3.9

Tableau 3 : Besoins unitaires en azote des variétés de blé dur (en kg N/q)

Variétés Blé Dur	bq (kg N/q) besoin d'azote par quintal produit à plus de 14 % de protéines
Acalou, Actisur, Atoudur, Biensur, Combo, Dakter, Gibus, Levante, Luminur, Neodur, Orjaune, Pescadou, Plussur, RGT Fabionur, Surmesur, Sy Banco	3.5
Anvergur, Argeles, Byblos, Claudio, Clovis, Cultur, Fabulis, Janeiro, Joyau, Karur, Lloyd, Miradoux, Nautilur, Nemesis, Nefer, Orlu, Pastadou, Provenzal, Qualidou, Sachim, Sy Carma, Sy Cysco	3.7
Alexis, Babylone, Daurur, Floridou, Nobilis, Relief, RGT Musclur, Saragolla, Sculptur, Silur, Tablur	3.9

Tableau 4-a Valeur de N absorbé par unité de rendement du précédent en kg N par q de grain ou par tonne de MS. ⁽¹⁾ Les valeurs des besoins unitaires par variété sont publiées dans l'arrêté complémentaire en début d'année

4-b Minéralisation nette des résidus de récolte pour une ouverture du bilan au 1^{er} mars

4-c Minéralisation nette des résidus de récolte pour une ouverture du bilan au 15 avril

Précédent	4-a bp (kg N/q ou t)	4-b	4-c
		Mr (kg N/ha)	Mr (kg N/ha)
Ouverture du bilan en sortie d'hiver		Ouverture du bilan au 1er mars	Ouverture du bilan au 15 avril
Avoine pailles enlevées	2,5	0	0
Avoine pailles restituées	2.5 + 0.3	-20	-10
Blé tendre pailles enlevées	3 ⁽¹⁾	0	0
Blé tendre pailles restitués	3 ⁽¹⁾ + 0.3	-20	-10
Blé améliorant pailles enlevées	3.7 ⁽¹⁾	0	0
Blé améliorant pailles restitués	3.7 ⁽¹⁾ + 0.3	-20	-10
Blé dur pailles enlevées	3.7 ⁽¹⁾	0	0
Blé dur pailles restitués	3.7 ⁽¹⁾ + 0.3	-20	-10
Colza	6	20	10
Maïs doux épis + spathes	10	-10	0
Maïs doux épis dépouillés	12	-10	0
Maïs fourrage	12	0	0
Maïs grain	2.5	-10	0
Maïs semence	5.7	-10	0
Orge pailles enlevées	2.5	0	0
Orge pailles restituées	2.5 + 0.3	-20	-10
Seigle pailles enlevées	2.3	0	0
Seigle pailles restitués	2.3 + 0.3	-20	-10
Sorgho ensilage	13	-10	0
Sorgho grain	2.8	-10	0
Tournesol	4	-10	0
Triticale pailles enlevées	2.6	0	0
Triticale pailles restitués	2.6 + 0.3	-20	-10
Pois	/	20	10
Féverole	/	30	20
Lupin	/	20	0
Soja	/	20	10
Prairie	/	0	0
Culture Intermédiaire	/	0	0
Luzerne (retournement fin d'été/début automne) : année N+1	/	40	30
Luzerne (retournement fin d'été/début automne) : année N+2	/	20	20
Luzerne (retournement de printemps)	/		
Betterave	220kg/ha	20	10
Carotte	100-165 kg/ha (suivant cycle)	10	0

Endive	90-185 kg/ha (suivant variété)	10	0
Pommes de terre	100 à 250 kg/ha (suivant date plantation)	20	10

Tableau 5 : Pour intégrer les effets d'excès de bilan du précédent, la quantité d'azote disponible après la récolte du précédent doit être multipliée par les coefficients suivant :

Céréales	Maïs, Sorgho	Autres cultures
0.27	0.48	0.4

Ne pas oublier d'ajouter si nécessaire, la quantité d'azote apportée par des produits organique (valeurs disponibles en annexe 15) avec la formule : quantité d'N = % Npro x Q x keq Ri

Poste APL (Azote Potentiellement Lixivable) = (A + Azote minéral apporté au précédent + azote organique apporté au précédent + MhpPrécédent + MrCIPrécédent – Azote consommé par le précédent) x Coeff de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente + azote organique apporté avant ouverture du bilan (keqRi)

Tableaux 6 : Tableaux des valeurs de Ri pour les céréales à paille par type de sol en fonction de la pluviométrie et de l'azote disponible à la récolte du précédent (22 types de sol réparti en 13 classes).

Alluvions argilo-limoneuses à argileuses / Alluvions limoneuses à limono argileuses

Sols N°3, 4

Ri + Pi (câp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	34	34	34	34	33	31	29	27	25
	20	46	46	46	43	39	35	32	29	25
	40	62	62	62	53	45	40	35	31	26
	60	77	77	77	65	53	45	39	34	27
	80	93	93	93	79	63	51	43	36	27
	100	109	109	109	97	74	58	47	39	28
	120	125	125	125	119	87	66	52	42	29
	140	140	140	140	134	102	75	57	45	30

Argilo-calciq

Sol N°16

Ri + Pi (câp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	33	33	33	33	30	28	26	24	23
	20	42	42	42	40	36	32	29	27	23
	40	59	59	59	49	42	37	33	29	23
	60	75	75	75	61	50	43	37	32	23
	80	91	91	91	75	60	49	42	36	23
	100	108	108	108	92	71	57	47	39	23
	120	124	124	124	114	85	66	53	43	23
	140	140	140	140	140	101	76	59	48	23

Boulbène superficielle / Boulbène moyenne
Sols N°10 et 12

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	35	35	35	35	34	31	30	28	26
	20	46	46	46	44	39	35	32	29	26
	40	62	62	62	54	46	39	34	31	26
	60	78	78	78	66	53	44	37	32	26
	80	95	95	95	81	62	49	40	33	26
	100	111	111	111	99	72	55	43	35	26
	120	127	127	127	121	84	61	46	36	26
	140	143	143	143	135	98	68	50	38	26

Boulbène profonde
Sol N°11

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	36	36	36	34	31	29	28	26	24
	20	45	45	45	41	36	32	29	26	24
	40	61	61	61	50	41	35	30	27	24
	60	76	76	76	60	47	38	32	27	24
	80	91	91	91	73	54	42	34	27	24
	100	106	106	106	88	62	46	35	28	24
	120	122	122	122	106	71	50	37	28	24
	140	137	137	137	128	81	55	39	28	24

Argileux acides à cailloux / Argilo-acides
Sols N°17 et 21

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	28	28	28	28	28	27	25	24	21
	20	38	38	38	38	37	33	30	27	23
	40	55	55	55	55	47	40	35	31	26
	60	71	71	71	71	59	49	42	36	28
	80	88	88	88	88	75	60	50	42	31
	100	104	104	104	104	95	74	59	48	34
	120	121	121	121	121	120	90	69	55	37
	140	137	137	137	137	137	110	82	63	41

Boulbène caillouteuse superficielle / Alluvions caillouteuses / Ségala à faible MO
Sols N°9, 1 et 22

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	32	29	28	26	25	24	24	23	22
	20	42	36	32	29	26	24	24	23	22
	40	59	45	37	31	27	24	24	23	22
	60	76	56	42	34	28	24	24	23	22
	80	93	69	49	37	29	24	24	23	22
	100	109	85	56	40	30	24	24	23	22
	120	126	105	65	43	31	24	24	23	22
	140	143	131	74	47	32	24	24	23	22

Alluvions sableuses / Alluvions sableuses
Sols N°2 et 6

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	35	30	28	27	26	25	24	23	22
	20	41	38	33	29	27	25	24	23	22
	40	57	47	38	32	28	25	24	23	22
	60	72	60	45	36	30	25	24	23	22
	80	88	75	53	39	31	25	24	23	22
	100	103	95	62	44	32	25	24	23	22
	120	119	110	72	48	34	25	24	23	22
	140	135	126	85	53	36	25	24	23	22

Ségala (à MO élevé)
Sol N°19

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	35	35	33	31	30	29	28	26	23
	20	51	51	39	35	32	30	28	26	23
	40	68	68	48	40	35	31	28	26	23
	60	85	85	57	46	38	32	28	26	23
	80	102	102	69	52	41	33	28	26	23
	100	119	119	84	59	44	34	28	26	23
	120	136	136	101	67	47	35	28	26	23
	140	152	152	123	76	51	36	28	26	23

Argilo-calcaire profond
Sol N°14

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	28	28	28	28	27	26	25	24	23
	20	38	38	38	38	33	31	29	27	24
	40	54	54	54	54	42	37	33	30	25
	60	71	71	71	71	52	44	38	33	26
	80	87	87	87	87	65	52	43	37	28
	100	104	104	104	104	81	63	50	41	29
	120	120	120	120	120	101	75	57	45	30
	140	137	137	137	137	126	89	66	50	31

Argilo-calcaire superficiel / Alluvions caillouteuses
Sols N°13 et 5

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	28	28	28	28	28	27	26	25	24
	20	38	38	38	38	35	32	30	28	26
	40	54	54	54	54	44	39	35	32	27
	60	71	71	71	71	55	47	41	36	29
	80	88	88	88	88	69	56	47	40	30
	100	104	104	104	104	87	68	55	45	32
	120	124	124	124	114	85	66	53	43	23
	140	140	140	140	140	101	76	59	48	23

Argilo-calcaire moyen / Argilo-calcaire à cailloux
Sols N°15 et 20

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	22	22	22	22	22	22	22	21	20
	20	33	33	33	33	31	29	26	25	22
	40	49	49	49	49	41	36	32	28	23
	60	65	65	65	65	54	45	38	32	25
	80	82	82	82	82	72	56	45	37	27
	100	98	98	98	98	94	70	54	43	29
	120	124	124	124	114	85	66	53	43	23
	140	140	140	140	140	101	76	59	48	23

Alluvions argilo-limoneuses à argileuses / limoneuses à limono argileuses - calcaires
Sols N°7 et 8

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	26	26	26	26	26	25	24	23	22
	20	36	36	36	36	33	30	28	26	23
	40	52	52	52	52	41	36	32	29	25
	60	69	69	69	69	51	43	37	33	26
	80	85	85	85	85	65	52	43	37	27
	100	101	101	101	101	81	63	50	41	29
	120	124	124	124	114	85	66	53	43	23
	140	140	140	140	140	101	76	59	48	23

Sols de Causses
Sol N°18

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	23	23	21	20	19	19	18	18	17
	20	30	30	26	23	20	19	18	18	17
	40	48	39	31	25	21	19	18	18	17
	60	66	51	36	28	22	19	18	18	17
	80	84	67	43	31	23	19	18	18	17
	100	102	87	52	34	24	19	18	18	17
	120	124	124	124	114	85	66	53	43	23
	140	140	140	140	140	101	76	59	48	23

Tableaux 7 : Tableaux des valeurs de Ri pour les cultures d'été par type de sol en fonction de la pluviométrie et de l'azote disponible à la récolte du précédent (22 types de sol réparti en 13 classes.).

Alluvions argilo-limoneuses à argileuses / Alluvions limoneuses à limono argileuses

Sols N°3 et 4

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	45	45	45	45	42	40	36	31	25
	20	60	60	60	53	48	43	37	31	25
	40	76	76	76	62	54	47	38	31	25
	60	92	92	92	73	61	52	39	31	25
	80	107	107	107	86	69	56	40	31	25
	100	123	123	123	102	78	62	41	31	25
	120	138	138	138	120	88	67	42	31	25
	140	154	154	154	142	100	73	43	31	25

Argilo-calciq

Sol N°16

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	40	40	40	39	37	35	31	29	27
	20	56	56	56	48	43	39	32	29	27
	40	73	73	73	58	50	43	33	29	27
	60	89	89	89	71	57	47	34	29	27
	80	106	106	106	86	66	53	35	29	27
	100	122	122	122	105	77	58	36	29	27
	120	139	139	139	127	89	65	37	29	27
	140	155	155	155	154	103	72	38	29	27

Boulbène superficielle / Boulbène moyenne

Sols N°10 et 12

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	46	46	46	44	41	39	35	29	25
	20	62	62	62	51	46	41	35	29	25
	40	79	79	79	59	51	44	35	29	25
	60	96	96	96	68	56	47	36	29	25
	80	112	112	112	78	62	51	36	29	25
	100	129	129	129	90	69	54	36	29	25
	120	146	146	146	103	76	58	36	29	25
	140	162	162	162	119	84	62	37	29	25

Boulbène profonde**Sol N° 11**

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	44	44	44	41	39	36	32	28	24
	20	59	59	59	47	42	38	32	28	24
	40	74	74	74	53	45	39	32	28	24
	60	89	89	89	60	49	41	32	28	24
	80	104	104	104	68	53	42	32	28	24
	100	120	120	120	77	57	44	32	28	24
	120	135	135	135	87	62	46	32	28	24
	140	150	150	150	98	67	47	32	28	24

Argileux acides à cailloux / Argilo-acides**Sols N° 17 et 21**

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	34	34	34	34	34	32	29	27	25
	20	47	47	47	47	42	39	33	29	26
	40	65	65	65	65	53	47	38	31	27
	60	82	82	82	82	66	57	43	34	28
	80	99	99	99	99	83	68	49	37	29
	100	116	116	116	116	104	83	56	40	30
	120	133	133	133	133	130	100	64	44	31
	140	150	150	150	150	147	121	73	47	33

Boulbène caillouteuse superficielle / Alluvions caillouteuses / Ségala à MO élevé**Sols N° 9, 1 et 22**

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	37	33	30	27	25	23	20	18	16
	20	55	39	33	28	24	23	20	18	16
	40	72	47	36	29	24	23	20	18	16
	60	90	55	40	30	23	23	20	18	16
	80	108	66	44	31	23	23	20	18	16
	100	125	78	49	32	23	23	20	18	16
	120	143	92	54	33	22	22	20	18	16
	140	160	109	59	35	22	21	20	18	16

Alluvions sableuses / Alluvions sableuses**Sols N°2 et 6**

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	38	34	31	29	27	24	21	18	16
	20	47	39	34	30	27	24	21	18	16
	40	58	46	38	32	27	24	21	18	16
	60	72	53	42	34	28	24	21	18	16
	80	89	62	46	36	28	24	21	18	16
	100	110	72	51	38	29	24	21	18	16
	120	136	84	56	40	29	24	21	18	16
	140	168	98	62	42	30	24	21	18	16

Ségala (à taux MO élevé)**Sol N°19**

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	49	49	45	40	36	33	26	20	17
	20	66	66	51	44	38	33	26	20	17
	40	83	83	58	48	40	34	26	20	17
	60	100	100	67	52	42	34	26	20	17
	80	117	117	76	57	44	35	26	20	17
	100	134	134	86	62	46	35	26	20	17
	120	151	151	99	67	48	36	26	20	17
	140	168	168	112	73	51	36	26	20	17

Argilo-calcaire profond**Sol N°14**

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	32	32	32	31	30	28	24	21	19
	20	49	49	49	41	36	32	26	22	19
	40	66	66	66	51	43	37	28	23	19
	60	83	83	83	63	51	43	31	24	19
	80	100	100	100	78	61	49	34	25	19
	100	117	117	117	96	73	57	37	26	19
	120	134	134	134	119	87	66	41	27	19
	140	151	151	151	148	104	76	45	28	19

Argilo-calcaire superficiel / Alluvions caillouteuses

Sols N°13 et 5

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	31	31	31	31	30	27	23	21	18
	20	48	48	48	48	37	32	26	22	18
	40	65	65	65	65	45	38	29	23	18
	60	82	82	82	82	56	45	32	24	18
	80	98	98	98	98	69	54	35	25	18
	100	115	115	115	115	84	64	39	26	18
	120	132	132	132	132	104	76	44	27	18
	140	148	148	148	148	128	90	48	29	18

Argilo-calcaire moyen / Argilo-calcaire à cailloux

Sols N°15 et 20

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	30	30	30	30	27	25	21	19	17
	20	45	45	45	35	30	27	21	19	17
	40	61	61	61	41	34	28	21	19	17
	60	77	77	77	48	37	30	21	19	17
	80	93	93	93	56	42	32	21	19	17
	100	109	109	109	65	47	34	21	19	17
	120	125	125	125	76	52	37	20	19	17
	140	140	140	140	89	58	39	20	19	17

Alluvions argilo-limoneuses à argileuses / limoneuses à limono argileuses - calcaires

Sols N°7 et 8

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	28	28	28	28	28	26	23	21	19
	20	45	45	45	38	34	30	25	21	19
	40	62	62	62	48	41	35	27	21	19
	60	79	79	79	60	49	41	30	21	19
	80	95	95	95	76	59	47	32	21	19
	100	112	112	112	95	71	55	35	21	19
	120	129	129	129	119	86	64	38	21	19
	140	146	146	146	136	103	74	42	21	19

Sols de Causses

Sol N°18

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	20	20	19	19	18	17	15	13	12
	20	27	24	21	20	18	17	15	13	12
	40	36	29	24	21	18	17	15	13	12
	60	47	35	27	22	18	17	15	13	12
	80	63	42	30	23	18	17	15	13	12
	100	83	51	34	24	18	17	15	13	12
	120	110	62	38	25	17	17	15	13	12
	140	146	75	43	27	17	17	15	13	12

Tableau 8 : Azote présent dans le sol après une culture intermédiaire en fonction du type de sol

N° de sol	Type de sol	% Argile	% CaCO3	% MO	% Cailloux	Azote dans le sol après une culture intermédiaire
1	alluvions caillouteuses	20	0	1.5	25	8
2	alluvions sableuses	10	0	1.5	0	8
3	alluvions limoneuses à limono argileuses	20	0	1.5	0	15
4	alluvions argilo-limoneuses à argileuses	35	0	1.7	0	15
5	alluvions caillouteuses calcaires	20	20	1.5	25	8
6	alluvions sableuses calcaires	10	20	1.5	0	8
7	alluvions limoneuses à limono argileuses calcaires	20	20	1.5	0	15
8	alluvions argilo-limoneuses à argileuses calcaires	35	20	1.7	0	15
9	boulbène caillouteuse superficielle	15	0	1.5	25	10
10	boulbène superficielle	15	0	1.5	0	15
11	boulbène profonde	15	0	1.5	0	20
12	boulbène moyenne	15	0	1.5	0	15
13	Argilo-calcaire superficiel (rendosols)	30	20	1.5	0	15
14	argilo-calcaire profond (calcosols)	33	10	1.7	0	20
15	argilo-calcaire moyen (calcosols)	33	10	1.6	0	15
16	Argilo-calciques (calcisols)	35	0	2	0	15
17	Argilo-acides (brunisols)	30	0	2	5	15
18	sols des Causses	30	10	2	30	15
19	Ségala (sols acides limono-sableux à limono-argilo-sableux – MO élevé)	20	0	3	20	15
20	argilo calcaires à cailloux	30	25	1.5	25	15
21	argileux acides à cailloux	30	0	1.5	25	15
22	Ségala (sols acides limono-sableux à limono-argilo-sableux - MO faible)	20	0	1.8	20	15

Tableau 9 : Fourniture du sol en azote par la minéralisation de l'humus après l'ouverture du bilan (Poste Mh).

N° de sol	Type de sol	Argile	CaCO3	MO	Cailloux	Mh céréales à paille	maïs SEC (GRAIN ET ENSILAGE), tournesol, tabac en sec, sorgho		maïs GRAIN ET ENSILAGE, tabac IRRIGUE	Maïs doux et semence IRRIGUE
	Nom vernaculaire	(%)	(%)	(%)	(%)		Mh – tous départements sauf 65	Mh – 65	Mh – tous départements	Mh – tous départements
1	Alluvions caillouteuses	20	0	1.5	25	15	30	40	40	30
2	Alluvions sableuses	10	0	1.5	0	30	55	80	80	60
3	Alluvions limoneuses à limono argileuses	20	0	1.5	0	40	70	100	100	65
4	Alluvions argilo-limoneuses à argileuses	35	0	1.7	0	30	55	75	75	50
5	Alluvions caillouteuses	20	20	1.5	25	10	20	-	30	25
6	Alluvions sableuses	10	20	1.5	0	30	50	-	75	55
7	Alluvions limoneuses à limono argileuses / calcaires	20	20	1.5	0	30	55	-	75	50
8	Alluvions argilo-limoneuses à argileuses / calcaires	35	20	1.7	0	25	40	-	55	40
9	Boulbène caillouteuse superficielle	15	0	1.5	25	20	35	45	45	35
10	Boulbène superficielle	15	0	1.5	0	25	45	65	65	50
11	Boulbène profonde	15	0	1.5	0	35	55	80	80	60
12	Boulbène moyenne	15	0	1.5	0	35	55	80	80	60
13	Argilo-calcaire superficiel (rendosols)	30	20	1.5	0	10	20	-	30	25
14	Argilo-calcaire profond (calcosols)	33	10	1.7	0	20	30	-	45	35
15	Argilo-calcaire moyen (calcosols)	33	10	1.6	0	20	30	-	45	30
16	Argilo-calciques (calcisols)	35	0	2	0	25	40	-	60	45
17	Argilo-acides (brunisols)	30	0	2	5	25	45	-	65	50
18	Sols des Causses	30	10	2	30	10	20	-	20	20
19	Ségala (sols acides limono-sableux à limono-argilo-sableux) à MO élevé	20	0	3	20	60	70	-	110	70
20	argilo calcaires à cailloux	30	25	1.5	25	10	20	-	30	20
21	argileux acides à cailloux	30	0	1.5	25	15	25	-	40	30
22	Ségala (sols acides limono-sableux à limono-argilo-sableux) à MO faible	20	0	1.8	20	35	40	-	65	45

Tableau 10 : classements des sols pour les cultures de lin et colza

	Type de sol	Argile	CaCO3	MO	Cailloux	Classement colza d'hiver et lin oléagineux d'hiver
N° de sol	Nom vernaculaire	(%)	(%)	(%)	(%)	
1	Alluvions caillouteuses	20	0	1,5	25	superficiel
2	Alluvions sableuses	10	0	1,5	0	profond
3	Alluvions limoneuses à limono argileuses	20	0	1,5	0	profond
4	Alluvions argilo-limoneuses à argileuses	35	0	1,7	0	profond
5	Alluvions caillouteuses	20	20	1,5	25	superficiel
6	Alluvions sableuses	10	20	1,5	0	profond
7	Alluvions limoneuses à limono argileuses	20	20	1,5	0	profond
8	Alluvions argilo-limoneuses à argileuses	35	20	1,7	0	profond
9	Boulbène caillouteuse superficielle	15	0	1,5	25	superficiel
10	Boulbène superficielle	15	0	1,5	0	superficiel
11	Boulbène profonde	15	0	1,5	0	profond
12	Boulbène moyenne	15	0	1,5	0	profond
13	Argilo-calcaire superficiel (rendosols)	30	20	1,5	0	superficiel
14	Argilo-calcaire profond (calcosols)	33	10	1,7	0	profond
15	Argilo-calcaire moyen (calcosols)	33	10	1,6	0	superficiel
16	Argilo-calcaires (calcisols)	35	0	2	0	superficiel
17	Argilo-acides (brunisols)	30	0	2	5	superficiel
18	Sols des Causses	30	10	2	30	superficiel
19	Ségala (sols acides limono-sableux à limono-argilo-sableux)	20	0	3	20	profond
20	argilo calcaires à cailloux	30	25	1,5	25	superficiel
21	argileux acides à cailloux	30	0	1,5	25	superficiel
22	Ségala	20	0	1,8	20	superficiel

Annexe 17 – Valeurs de rendement moyen par département (période 2010 à 2014)

Période quinquennale 2010-2014 / Source : AGRESTE - SAA

Rendement moyen en Quintal/ha

Culture	Ariège	Aveyron	Haute-Garonne	Gers	Lot	Hautes-Pyrénées	Tarn	Tarn-et-Garonne
Blé tendre	52	47	54	57	49	55	54	54
Blé dur	48	46	53	52	43	50	49	50
Seigle et méteil	40	38	40	42	38	38	38	41
Orge et escourgeon d'hiver	48	48	50	52	47	51	49	49
Orge et escourgeon de printemps	35	31	34	36	32	38	37	36
Total orge et escourgeon	47	46	48	50	45	50	48	47
Avoine d'hiver	33	36	31	39	34	39	41	40
Avoine de printemps	33	24	26	30	22	34	24	32
Total avoine	33	29	30	37	28	38	36	39
Maïs grain	89	83	103	96	79	101	98	104
<i>dont maïs grain irrigué</i>	<i>94</i>	<i>95</i>	<i>107</i>	<i>102</i>	<i>91</i>	<i>108</i>	<i>105</i>	<i>107</i>
<i>dont maïs grain non irrigué</i>	<i>63</i>	<i>71</i>	<i>80</i>	<i>70</i>	<i>60</i>	<i>86</i>	<i>69</i>	<i>73</i>
Maïs semence	36	38	34	34	32	32	35	36
Maïs (grain et semence)	67	67	97	90	68	100	85	89
Sorgho	55	54	61	59	51	62	57	60
Triticale	47	45	44	43	45	46	45	47
Autres céréales non mélangées							30	
Mélanges de céréales (hors méteil)	33	33	33	32	32	31	31	33
Céréales (sauf riz)	56	44	60	65	50	91	54	62
Toutes céréales	56	44	60	65	50	91	54	62
Colza et navette	26	29	29	28	23	27	28	28
Tournesol	21	22	23	22		24	21	24
Soja	25	22	29	27	24	27	28	28
Lin oléagineux	11	12	11	12	11	12	14	14
Autres oléagineux	15		2	15	15	15	15	
Oléagineux	22	27	25	23	22	26	23	25
Féveroles et fèves	15	16	19	20	16	16	18	15
Pois protéagineux	24	22	35	31	21	21	33	31
Lupin doux	14	14	15	18		15	15	20
Protéagineux	21	21	31	23	19	18	24	22
Tabac (sec non fermenté)	16	21	21	21	23	20	26	23
Tabac Brun		24			17	22		
Tabac Virginie	17	21	22	20	27	18	27	27
Tabac Burley	14	20	20	22	23	21	22	23
Pommes de terre	233	303	253	251	233	162	267	322

LEGUMES

Culture	Ariège	Aveyron	Haute-Garonne	Gers	Lot	Hautes-Pyrénées	Tarn	Tarn-et-Garonne
Artichauts			72	39				57
Asperges en production	41	26	59	41	43		55	66
Céleris branches			380				300	250
Choux-fleurs	126	117	186	136	93	132	156	146
Choux brocolis à jets	P		159	15		107		80
Epinards	82	99	86	148	107	190	91	143
Poireaux	260	240	250	220	200	250	300	160
Laitues	140	164	384	430	244	160	226	242
Chicorées frisées	95	141	273	180		207	169	264
Chicorées scaroles	94	122	283	188	P	188	169	263
Cresson			160					
Mâche	73	96	86			91	91	54
Autres salades	22	32	33	32	24	32	32	42
Bettes et cardes	182		216	315		218		273
Persil			82					159
Fraises	106	72	116	97	158	111	97	118
dont fraises sous serres					154			115
Aubergines	147		213	249		147	147	163
Concombres	726		1252	782		P	449	997
dont concombres sous serres			1252	P				2082
Courgettes	250	167	294	331	298	200	190	177
Melons	176		181	177	183		178	179
dont melons sous serres								189
Poivrons et piments	200		190	250	238		140	150
Potirons, courges, citrouilles, giraumon	283		317	340	300	430	340	178
Tomates	516	275	555	432	270	281	278	806
dont tomates sous serres			800	800	300		350	1200
Ail (en vert)				93			97	95
Ail (en sec)			75	72	57		54	71
Carottes	223	267	240	223	365	P	210	159
Céleris raves			187				141	147
Echalotes			71	98			62	80
Navets potagers			109	123		197	197	197
Oignons blancs	120		160	120	235	120	120	100
Oignons de couleur	217	287	227	163	197	255	253	114
Radis	140		90	200	100	150	120	100
Salsifis et scorsonères			P					
Petits pois (grain)		P	42	66		P	P	60
Haricots à écosser et demi-secs (grain)	50		53	38		40	45	22
Haricots verts (y c. haricots beurre)	77	77	78	129	100	121	62	112
Haricots secs (y compris semences)	16		14	20		10	12	15
Lentilles (y compris semences)	11	12	13	11	11	P	10	11
Pois secs (pois de casserie) (y compris semences)	16	35	17	17	13	14	16	

FRUITS-VIGNES

Culture	Ariège	Aveyron	Haute-Garonne	Gers	Lot	Hautes-Pyrénées	Tarn	Tarn-et-Garonne
Abricots					56		0	52
Bigarreaux		46	43	41	44		46	46
Cerises		44	43	41	44		45	46
Pêches			122	116	97		101	150
Nectarines et brugnons			107	119	104		99	150
Total pavies, pêches, nectarines et brugnons			118	117	99		100	145
Prunes à pruneaux				83	60			99
Mirabelles		45						49
Reines-claude					98			108
Autres prunes			P		182			211
Prunes		45	P	85	86			152
Jules Guyot								
William's	152		158				156	200
Poires d'été (ensemble)	152		158				156	190
Poires d'automne	97		93				102	121
Poires d'hiver								133
Poires de table	123		128				126	156
Pommes Golden	482	481	478	481	480	481	483	579
Granny Smith			448		453		4440	554
Autres pommes	382	394	393	383	387	393	416	505
Pommes de table	394	408	408	401	428	400	434	524
Amandes					16			13
Châtaignes		17			16	18	14	26
Noix	14	14		14	16	14	14	14
Noisettes	20		11	19	31	15	11	27
Actinidia (Kiwi)	150		205	155			154	205
Cassis et myrtilles								
Framboises	27				38			
Groseilles								
Vignes à raisin de table		33	57	64	88	52	54	95
Vignes à raisin de cuve	23	29	62	104	58	38	75	63

CULTURES FOURRAGERES - INDUSTRIE-PRAIRIES

Culture	Ariège	Aveyron	Haute-Garonne	Gers	Lot	Hautes-Pyrénées	Tarn	Tarn-et-Garonne
Maïs fourrage et ensilage (plante entière)	127	120	140	120	96	139	132	143
dont maïs fourrage irrigué	148	143	161	133	127	163	157	157
Autres fourrages annuels	20	21	29	43	30	116	16	29
Fourrages annuels	89	108	119	100	76	138	105	115
Prairies artificielles	81	85	76	62	67	78	76	63
dont luzerne pour déshydratation	74	55						70
Prairies temporaires	69	72	70	58	57	75	70	56
Prairies naturelles ou semées depuis plus de 6 ans	52	58	56	41	44	53	54	39
STH peu productives (parcours, landes, alpages)	16	23	20	23	19	19	19	17
Surfaces toujours en herbe	31	45	41	32	32	29	47	30
Prairies non permanentes et STH	35	58	52	48	41	35	59	43