



PREFECTURE REGION MIDI- PYRENEES

Arrêté n °2014157-0003

**signé par
Préfet de la Région Midi- Pyrénées**

le 06 Juin 2014

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

Arrêté établissant le référentiel régional de mise en oeuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Midi- Pyrénées et annexes - publiés au RAA du 13 JUILLET 2014



PRÉFET DE LA RÉGION MIDI-PYRÉNÉES

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
Direction Régionale de l'Alimentation, l'Agriculture et de la Forêt

DREAL / DRAAF / N° 2014 /

ARRÊTÉ

**établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée
pour la région Midi-Pyrénées**

LE PRÉFET DE LA RÉGION MIDI-PYRÉNÉES

Officier de la Légion d'Honneur

Officier de l'Ordre National du Mérite

VU le code de l'environnement, notamment ses articles R.211-80 et suivants,

VU l'arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole,

VU l'arrêté du 02 mai 2012 portant création du groupe régional d'expertise 'nitrates' pour la région Midi-Pyrénées, modifié par arrêté du 17 avril 2013,

VU les propositions du groupe régional d'expertise 'nitrates' (GREN) en date du 06 septembre 2013,

Sur proposition du directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement et du directeur régional de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt;

ARRÊTE

Article 1 - Objet

Le présent arrêté fixe le référentiel régional mentionné au b du 1° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole.

Ce référentiel permet de calculer, pour chaque flot cultural situé dans la zone vulnérable de la région Midi-Pyrénées, la dose prévisionnelle d'azote à apporter à la culture. Selon la culture, le présent référentiel peut préconiser l'utilisation de la méthode du bilan prévisionnel, de la méthode de la dose pivot ou encore le recours à une dose plafond. L'annexe 1 liste les cultures présentes dans les zones vulnérables de la région Midi-Pyrénées, et indique pour chacune d'entre elles la méthode de calcul de la dose prévisionnelle d'azote à utiliser.

Conformément à l'arrêté du 19 décembre 2011 susvisé, le calcul, pour chaque flot cultural localisé en zone vulnérable, de la dose prévisionnelle selon les règles du présent arrêté et de ses annexes est obligatoire pour tout apport de fertilisant azoté.

Le détail du calcul n'est pas exigé pour les cultures intermédiaires pièges à nitrates (CIPAN), pour les cultures dérobées ne recevant pas d'apport de fertilisant azoté de type III et pour les cultures recevant une quantité d'azote total inférieure à 50 kg par hectare.

Article 2 - rendement prévisionnel

Conformément au c) du 1° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 susvisé, le rendement prévisionnel sera égal à la moyenne des rendements réalisés sur l'exploitation pour la culture ou la prairie considérée, pour des conditions comparables de sol au cours des cinq dernières années, en excluant la valeur maximale et la valeur minimale. Les cinq dernières années s'entendent comme les cinq dernières campagnes culturales successives, sans interruption.

S'il manque une référence pour une des cinq dernières années, il est possible de remonter à la sixième année et de procéder à la moyenne selon les mêmes règles (exclusion des extrêmes).

Lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes pour les dissocier par type de sol (moins de cinq valeurs pour une condition de sol et de culture), le rendement moyen sur l'exploitation au cours des cinq dernières années est utilisé en lieu et place de ces références.

Dans le cas particulier des cultures sous contrat, le rendement prévisionnel sera égal au rendement mentionné dans le contrat.

Dans tous les cas l'agriculteur devra être à même de justifier les valeurs de rendement qu'il aura utilisées et présenter les documents correspondants.

Lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes pour effectuer le calcul selon le paragraphe précédent, les valeurs par défaut figurant dans l'annexe 17 du présent arrêté sont utilisées en lieu et place de ces références. Il sera pris les valeurs du département de localisation des parcelles concernées ou à défaut les valeurs de la région.

Article 3 - Cultures faisant l'objet d'un calcul de la dose d'azote prévisionnelle

Les annexes 2 à 8 fixent pour les cultures céréales à paille, maïs, sorgho, colza, prairies et cultures fourragères, chanvre, tabac, cultures porte graines des zones vulnérables de la région Midi-Pyrénées l'écriture opérationnelle de la méthode de calcul de la dose prévisionnelle d'azote à apporter à la culture selon la méthode du bilan prévisionnel ainsi que les valeurs par défaut nécessaires à son paramétrage.

Article 4 - Cultures avec dose pivot

Pour les cultures de tournesol, soja et lin, ainsi que pour l'arboriculture, la dose prévisionnelle d'azote à apporter à la culture est calculée par la méthode de la dose pivot.

Une dose pivot est une dose à partir de laquelle on peut faire des ajustements en plus ou en moins. Elle exige donc des règles d'ajustement, pour diminuer ou augmenter la dose initiale d'une quantité donnée en fonction des conditions (climat, variété, sol ...).

Les annexes 9 à 12 fixent les doses pivots et les règles d'ajustement à utiliser pour chacune de ces cultures. La dose ainsi calculée est exprimée en azote efficace.

Article 5 - Cultures avec dose plafond

Pour les cultures non mentionnées aux articles 3 et 4, la dose prévisionnelle d'azote à apporter à la culture ne peut pas dépasser une dose plafond. Les annexes 13 et 14 fixent cette valeur plafond, exprimée en azote efficace, pour chacune de ces cultures.

Article 6 – Types de sol caractérisés en région Midi-Pyrénées

Différents types de sol sont pris en considération pour le calcul de la dose prévisionnelle d'azote dans les annexes 2 à 8. Ils sont référencés dans l'annexe 16 qui présente pour chaque type de sol ses principales caractéristiques.

Article 7 – Fourniture d'azote par les fertilisants organiques

Les coefficients d'équivalence engrais minéral pour les principaux fertilisants azotés organiques figurent en annexe 15. Ce coefficient d'équivalence représente le rapport entre la quantité d'azote apporté par un engrais minéral et la quantité d'azote apporté par le fertilisant organique permettant la même absorption d'azote que l'engrais minéral. Il est différent selon qu'il est calculé pour l'ensemble du cycle cultural ou uniquement pour une partie de ce cycle. Il doit être utilisé pour calculer la quantité d'azote efficace apportée.

Les valeurs de coefficients d'équivalence engrais minéral des fertilisants azotés organiques figurant en annexe 15 peuvent être adaptées au niveau de chaque exploitation à condition que la valeur utilisée soit justifiée par une mesure spécifique au fertilisant utilisé, et réalisée pour des conditions équivalentes de production du fertilisant.

Les valeurs de fourniture d'azote par les fertilisants organiques du présent arrêté peuvent être adaptées au niveau de chaque exploitation à condition que la valeur utilisée soit justifiée par une ou des analyses représentatives et récentes (moins de 4 ans et conditions équivalentes de production du fertilisant) du fertilisant organique épandu. Pour les systèmes de production dans lesquels la composition du fertilisant organique produit est variable au cours du temps, plusieurs analyses sont indispensables pour caractériser le fertilisant organique épandu.

Article 8 – Fournitures d'azote par le sol et l'eau d'irrigation

1° - **Les valeurs de fourniture d'azote par les sols** figurant dans les annexes 2 à 8 du présent arrêté peuvent être adaptées au niveau de chaque exploitation à condition que les valeurs utilisées soient justifiées par une analyse de sol correspondant à l'ilot cultural considéré ou à un ilot présentant des caractéristiques comparables de sol et d'histoire culturale.

2° - **Les valeurs de fourniture d'azote par l'eau d'irrigation** demandées pour le calcul dans les annexes 2 à 8 du présent arrêté doivent être justifiées au niveau de chaque exploitation par une analyse effectuée sur la ressource durant la saison d'irrigation précédente, par l'exploitant ou par le gestionnaire de la ressource ou référencée sur la base de données de l'agence de l'eau Adour Garonne.

Article 9 – Recours à des outils de calcul de dose prévisionnelle

Les méthodes de calcul utilisées ne peuvent différer de celles figurant en annexes 2 à 8 qu'à condition que l'exploitant utilise un outil de calcul de la dose prévisionnelle.

Pour les cultures relevant de l'article 5 du présent arrêté, la dose totale prévisionnelle ne peut être supérieure à la dose plafond fixée par l'arrêté qu'à condition que l'exploitant utilise un outil de calcul de la dose prévisionnelle.

L'outil utilisé doit être conforme à la méthode du bilan prévisionnel telle que développée par le Comité français d'études et de développement de la fertilisation raisonnée (COMIFER). Lorsque le paramétrage de l'outil requiert la réalisation de mesures ou d'analyses propres à l'exploitation, ces mesures et/ou analyses doivent être tenues à disposition de l'administration.

Article 10 – Obligation d'analyse de sol

L'analyse de sol annuelle mentionnée au c) du 1° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 susvisé, obligatoire pour toute personne exploitant plus de 3 ha en zone vulnérable, correspond au **reliquat d'azote minéral en sortie d'hiver**. Elle doit être réalisée avant l'établissement du Plan de fumure prévisionnel (cf. article 13).

Pour les prairies et pour la vigne, l'analyse peut porter sur le taux de matière organique.

Article 11 - Outils de pilotage

Conformément au 2° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 susvisé, il est recommandé d'ajuster la dose prévisionnelle précédemment calculée au cours du cycle de la culture en fonction de l'état de nutrition azotée mesurée par un outil de pilotage.

Article 12 - Dépassement de la dose totale prévisionnelle

Conformément au 3° du III de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 susvisé, tout apport d'azote réalisé supérieur à la dose prévisionnelle totale calculée selon les règles énoncées dans le présent arrêté doit être dûment justifié par l'utilisation d'un outil de raisonnement dynamique ou de pilotage de la fertilisation, ou par une quantité d'azote exportée par la culture supérieure au prévisionnel ou, dans le cas d'un accident cultural intervenu postérieurement au calcul de la dose prévisionnelle, par la description détaillée, dans le cahier d'enregistrement, des événements survenus, comprenant notamment leur nature et leur date.

Article 13 - Plan de fumure 'Azote'

L'annexe 18 précise pour chaque culture, en fonction des méthodes détaillées dans les annexes 2 à 14 du présent arrêté, les contenus des rubriques du plan de fumure mentionné au IV de l'annexe I de l'arrêté du 19 décembre 2011 susvisé.

Le plan de fumure doit être établi pour chaque îlot cultural exploité en zone vulnérable, qu'il reçoive ou non des fertilisants. Il doit être réalisé avant le premier apport d'engrais, ou le second apport en cas de fractionnement. Il est exigible au plus tard :

- au 1er mars pour les cultures d'hiver
- au 15 juin pour les cultures d'été

Article 14 - Abrogation

Est abrogé l'arrêté du 30 août 2012 établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Midi-Pyrénées.

Article 15 - Entrée en vigueur

Les dispositions du présent arrêté entrent en vigueur au 1^{er} août 2014.

Article 16 - Exécution

Le secrétaire général pour les affaires régionales, le directeur régional de l'environnement, de l'aménagement et du logement et le directeur régional de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt, les préfets de départements sont chargés chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au recueil des actes administratifs de la préfecture de la région Midi-Pyrénées.

Le présent arrêté et ses annexes sont consultables auprès de la direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Cité administrative – bâtiment G – Boulevard Armand Duportal – TOULOUSE) et sur le site Internet de cette direction régionale : www.midi-pyrenees.developpement-durable.gouv.fr

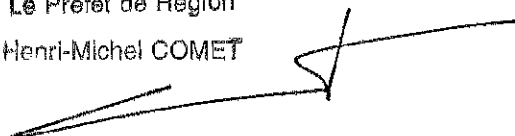
- 6 JUIN 2014

À Toulouse, le

Le Préfet de la région Midi-Pyrénées

Le Préfet de Région

Henri-Michel COMET



Arrêté du préfet de région portant sur le référentiel régional en matière de fertilisation azotée

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 :

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

Annexes 2 à 8 - Cultures faisant l'objet du calcul du bilan prévisionnel

- 2- Céréales à paille
- 3- Maïs et Sorgho
- 4- Colza
- 5- Prairies et cultures fourragères
- 6- Chanvre
- 7- Tabac
- 8- Cultures porte-graines

Annexes 9 à 12 – Cultures faisant l'objet de doses pivot

- 9- Tournesol
- 10- Soja
- 11- Lin
- 12- Arboriculture

Annexes 13 à 14 - Cultures faisant l'objet de doses plafond

- 13- Cultures maraîchères de plein champ et sous abri
- 14 - Autres cultures

Annexe 15 - Coefficients d'équivalence en engrais minéral des principaux fertilisants azotés organiques sur cultures et prairies

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

Annexe 17 - Valeurs de rendement moyen par département (période 2007-2011)

Annexe 18 – Plan de fumure prévisionnel 'Azote'

Annexe 1 : 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	Bilan	4	15
Prairies et cultures fourragères hors maïs et sorgho	Bilan	5	19
Chanvre	Bilan	6	23
Tabac	Bilan	7	25
Cultures porte-graines	Bilan	8	27
Tournesol	Pivot	9	31
Soja	Pivot	10	34
Lin	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

Ecriture 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 = (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 cf. tableau 1 annexe 16

1.1 Besoins par unité de production (b)

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

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

Culture	Unité de production	Valeur b (Kg N/unité prod.)
Avoine	q (norme hum.)/ha	2.5
Blé tendre	q (norme hum.)/ha	3 (selon variétés : cf <i>tableau 2 annexe 16</i>)
Blé dur	q (norme hum.)/ha	3.5 (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

Pour affiner les calculs des besoins en azote des cultures, un arrêté complémentaire annuel publiera les valeurs pour produire un quintal par variété (b). 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 21 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.**

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

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

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

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 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 21 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 :**

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

• **Calcul de APL :**

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

	Kg N/ha	} + Equivalent engrais minéral d'un produit organique apporté à l'automne
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 + 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 :**

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

- **Calcul de APL :**

Tableau 3 : APL pour un précédent prairie

Prairie de 1 à 2 ans	$25 \times kp + (0.3 \times A)$
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	$20 + (0.4 \times A)$

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

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 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 21 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 N_{irr} : Azote apporté par l'eau d'irrigation

Cet apport est considéré comme négligeable sur céréales.

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

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

avec

Q = m³ ou tonnes épandues / ha

N_{pro} = teneur en N total du produit résiduaire organique

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

Les valeurs N_{pro} et K_{eq} 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 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% q/ha	Besoin en azote : Pf 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 x somme (ETP-P) + 0,073x somme de T°-170

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 21 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-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 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

$Xa = \% N_{pro} \times Q \times keq \text{ bilan}$

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 »

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

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

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

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

I – Ecriture opérationnelle

Ecriture simplifiée du bilan de masse : $X = [Pf + Rf] - [Pi + Ri + Mb] - Xa$

X : Apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse
Pf : Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan
Rf : Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan
Pi : Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan
Ri : Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan
Mb : Minéralisation nette de l'humus du sol
Xa : Equivalent engrais minéral d'un produit organique

II – Descriptif des termes de l'écriture opérationnelle

1- Les besoins en azote de la culture

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

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

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

Pf = (b x y)

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

b = besoins par unité de production

y = Objectif de rendement

1.1.1 Besoins par unité de production (b)

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

Pour le colza 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 :

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

Besoins de la culture de colza semences $b' = b / COSF$

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.

1.1.3 Reliquats d'azote à la récolte (Rf)

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

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

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

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


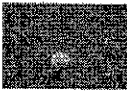



Le Pi est mesuré par pesée (à privilégier) ou par observations visuelle.

L'évaluation du poids frais par pesée :

- délimiter 2 à 4 parcelles de 1m² chacune, représentatives de la parcelle
- prélever quand la végétation est ressuyée
- couper le colza au ras du sol
- pratiquer la pesée (en kg/m²)

La pesée doit être privilégiée car plus précise en particulier pour les colzas moyens à gros (> 1 kg de matière verte / m²). A défaut, l'évaluation peut se faire de façon visuelle . Attention plus le colza est gros, moins la méthode visuelle est fiable.

TABLE DE CORRESPONDANCE

Méthode visuelle	Correspondance (kg/m ²)
	0,2
	0,4
	1
	1,4
	2

Le Pi se calcule en multipliant le poids frais (en kg/m²)* par un coefficient qui est de 65.

2- Les fournitures en azote du sol

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3. Les apports fournis par les produits résiduaux organiques

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

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- La réglette colza

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

Un tableau simplifié est proposé ci-dessous.

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

La dose du tableau doit être adaptée selon votre situation :

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

IV règles de fractionnement

➤ Règle générales de fractionnement en colza

L'engrais azoté est à apporter en 1 à 4 apport(s) selon la dose totale X, calculée selon la méthode de référence du CETIOM « Réglette azote colza ».

Dose totale d'azote (dose X) en kg N / ha	Nombre total d'apports d'azote
< 100	1 à 2
≥ 100	≥ 2

➤ Stade optimal du 1^{er} apport d'azote

Le stade optimal du 1^{er} apport d'azote dépend de la biomasse verte du colza avant reprise de végétation :

- Pour les colzas ayant une biomasse verte avant reprise de végétation faible (moins de 1 kg de matière verte / m²), le 1^{er} apport d'azote est à réaliser dès la reprise de végétation (stade C1 ou BBCH 30). Dans ce cas, la dose du 1^{er} apport d'azote ne doit pas dépasser ¼ de la dose totale X soit au maximum 50 unités.
- Pour les colzas ayant une biomasse verte avant reprise de végétation moyenne (1 à 2 kg de matière verte / m²), le 1^{er} apport d'azote est à réaliser entre les stades C1 (BBCH 30 : reprise de végétation) et C2 (BBCH 31 : 1^{ers} entre-noeuds visibles).
- Pour les colzas ayant une biomasse verte avant reprise de végétation forte (plus de 2 kg de matière verte / m²), le 1^{er} apport d'azote est à réaliser à partir du stade C2 (BBCH 31). Dans ce cas, l'apport d'azote pourra être associé à celui de soufre.

➤ Délais optimums entre les apports d'azote

Un délai de l'ordre de 2 à 3 semaines est à respecter entre chaque apport. Mais ce délai peut être raccourci en cas de conditions météorologiques particulières (forte pluviométrie) ne permettant pas l'apport de l'engrais à la période initialement prévue.

➤ Stade optimal du dernier apport d'azote

En conditions optimales, le dernier apport d'azote ne doit pas intervenir après le stade E (BBCH 59 : boutons floraux séparés sur la hampe principale) du colza.

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)
	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'Élevage (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 : Keq (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 sèches)

3.2. CAU

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.

Annexe 7 : Fiche « Tabac »

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

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

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

I – Ecriture opérationnelle

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

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

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

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

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

Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais

Xa : Equivalent engrais minéral d'un produit organique

II. Descriptif des termes de l'écriture opérationnelle

1. Les besoins en azote de la culture

1.1. Besoins des cultures (Pf)

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

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

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

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

1.1.2 L'objectif de rendement (y)

Il s'agit du rendement prévisionnel calculé selon les modalités stipulées à l'article 2 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'ilot 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

Annexe 8 : Fiche « Cultures porte graine » (hors maïs, tournesol, colza)

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

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

Dose totale d'azote minéral à apporter = besoins de la culture - fournitures du sol - 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	Fétuque rouge : 150
	Fétuque des prés	Fétuque élevée : 160
	Brome	160
	Fléole des prés	Fétuque élevée : 160
Brassicacées	Radis fourrager	Radis potager : 150
BETTERAVE SUCRIERE PORTE GRAINE		
Chénopodiacée	Betterave sucrière	280
POTAGERE PORTE-GRAINE		
Alliacées	Oignons – plantation automne	150
	Oignons – plantation printemps	110
	Poireau	140
	Echalote	Oignons automne : 150
Apiacées	Carotte (type Nantaise)	140
	Persil	Culture de référence = Carotte : 140
	Aneth	Carotte : 140
	Coriandre	Carotte : 140
	Fenouil	Carotte : 140
	Panais	Carotte : 140
	Céleri	Carotte : 140
Astéracées	Chicorée Witloof (semis direct)	160
	Chicorée à feuilles	Chicorée Witloof : 160
	Laitue	130
	Cardon	Carotte : 140
	Chicorée Scarole / Frisée	Chicorée Witloof : 160
Brassicacées	Radis (type rond rouge)	150
	Navet	Radis : 150
	Cresson de fontaine	Mâche : 70
	Roquette	Radis : 150
Chénopodiacée	Betterave rouge	200
	Epinard	Essais en cours
	Poirée	Betterave rouge : 200

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.

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%	
	Sol calcaire*	Autres	Sol calcaire*	Autres
Potagères bisannuelles (bilan ouvert 15/02)	Sol calcaire*	32	Sol calcaire*	32
	Autres	32	Autres	43
Potagères annuelles (bilan ouvert 15/04)	Sol calcaire*	23	Sol calcaire*	23
	Autres	23	Autres	30
Fourragères (bilan ouvert 15/02)	Sol calcaire*	25	Sol calcaire*	25
	Autres	25	Autres	33

* sol calcaire (>20% Ca CO₃)

2.3 Mr : Minéralisation nette de résidus de cultures

Nature du précédent	Mr (kg N/ha)	
	Ouverture du bilan en février	Ouverture du bilan en avril
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Colza	20	10
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	30
Luzerne (retournement fin d'été/début automne) : année N + 1	40	30
Luzerne (retournement fin d'été/début automne) : année N + 2	20	20
Luzerne (retournement de printemps)		
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain	- 10	0
Pois protéagineux	20	10
Prairie	0	0
Pois, haricots de conserve	20	10
Pommes de terre	20	10
Tournesol	- 10	0
Ray-grass	- 10	0
Soja	20	10

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.

Fiche « Cultures porte graine »
Doses plafonds (Azote efficace)

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

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

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 du CETIOM.

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 le CETIOM en région Midi-Pyrénées

Dose d'azote conseillée en tournesol (kg N /ha)		Objectif de rendement en q/ha (profondeur de sol associée**)			
Reliquat d'azote minéral dans le sol au semis (Ri*)	Minéralisation nette de l'humus en kg N/ha (Mh)	20 (sol superficiel)	25 (sol peu profond)	30 (sol profond)	≥35 (sol très profond)
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) :

101Mh faible : ≤ 40 kg N /ha

102Mh moyenne :]40 ; 70]

103Mh 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 (%)	CaCO ₃ (%)	MO (%)	Cailloux (%)	Fourniture du sol en azote par la minéralisation de l'humus après l'ouverture du bilan (Poste Mh) pour les cultures de TOURNESOL, maïs sec (grain et ensilage) et tabac en sec			
						Mh - tous départements de Midi-Pyrénées sauf 65	Classe de Mh tournesol	Mh dans le département 65	Classe de Mh tournesol
1	Alluvions caillouteuses	20	0	1.5	25	40	faible	50	moyenne
2	Alluvions sableuses	10	0	1.5	0	80	élevée	100	élevée
3	Alluvions limoneuses à limono argileuses	20	0	1.5	0	90	élevée	110	élevée
4	Alluvions argilo-limoneuses à argileuses	35	0	1.7	0	70	moyenne	80	élevée
5	Alluvions caillouteuses	20	20	1.5	25	30	faible	-	-
6	Alluvions sableuses	10	20	1.5	0	70	moyenne	-	-
7	Alluvions limoneuses à limono argileuses	20	20	1.5	0	70	moyenne	-	-
8	Alluvions argilo-limoneuses à argileuses	35	20	1.7	0	50	moyenne	-	-
9	Boulbène caillouteuse superficielle	15	0	1.5	25	50	moyenne	60	moyenne
10	Boulbène superficielle	15	0	1.5	0	70	moyenne	80	élevée
11	Boulbène profonde	15	0	1.5	0	80	élevée	100	élevée
12	Boulbène moyenne	15	0	1.5	0	80	élevée	100	élevée
13	Argilo-calcaire superficiel (rendosols)	30	20	1.5	0	30	faible	-	-
14	Argilo-calcaire profond (calcosols)	33	10	1.7	0	50	moyenne	-	-
15	Argilo-calcaire moyen (calcosols)	33	10	1.6	0	40	faible	-	-
16	Argilo-calcaires (calcisols)	35	0	2	0	60	moyenne	-	-
17	Argilo-acides (brunisols)	30	0	2	5	60	moyenne	-	-
18	Sols des Causses	30	10	2	30	30	faible	-	-
19	Ségala (sols acides limono-sableux à limono-argilo-sableux)	20	0	3	20	110	élevée	-	-
20	argilo calcaires à cailloux	30	25	1.5	25	30	faible	-	-
21	argileux acides à cailloux	30	0	1.5	25	40	faible	-	-

- La méthode Heliotest

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

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

Comment utiliser la méthode HELIOTEST ?

- 1^{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 »

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

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

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

I – Ecriture opérationnelle

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

II – Tableau simplifié de préconisation

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

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

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

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

Les apports en arboriculture sont 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.

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

Type	Espèces	Age du verger	Dose à apporter (kg/ha N)	Potentiel de rendement (Rdt, tonne / ha)
Fruits à pépins	Pommier	jusqu'à la 2ème feuille	= 0.6 * Rdt + 40	30 à 100 t/ha
	Poirier	jusqu'à la 3ème feuille	= 0.7 * Rdt + 40	20 à 80 t/ha
	Actinidia (Kiwi)	jusqu'à la 4ème feuille	= 1.4 * Rdt + 45	15 à 50 t/ha
	Raisin de table	jusqu'à la 3ème feuille	= 4 * Rdt (estimation à partir des travaux de Champagnol)+ 40	8 à 25 t/ha
Fruits à noyau	Abricotier	jusqu'à la 3ème feuille	= 1.2 * Rdt + 45	5 à 40 t/ha
	Cerisier	jusqu'à la 4ème feuille	= 1.3 * Rdt + 45	5 à 25 t/ha
	Pêcher	jusqu'à la 4ème feuille	= 1.3 * Rdt + 45	10 à 70 t/ha
	Prunier	jusqu'à la 4ème feuille	= 0.9 * Rdt + 45	10 à 40 t/ha
	Prune d'Ente	jusqu'à la 4ème feuille	= 0.9 * Rdt + 45	10 à 35 t/ha de fruits bruts
	Olivier			2 à 8 t/ha
fruits à pépins	Raisin chasselas	jusqu'à la 3ème feuille	4 * Rdt + 40	5 à 16 t/ha

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

Type	Espèces	Age du verger	Dose d'azote (kg/ha N)	Potentiel de rendement (Rdt, tonne / ha)
Fruits à pépins	Pommier	à partir de la 3 ^{ème} feuille	= 0.6 * Rdt + 80	30 à 100 t/ha
	Poirier	à partir de la 4 ^{ème} feuille	= 0.7 * Rdt + 80	20 à 80 t/ha
	Actinidia (Kiwi)	à partir de la 5 ^{ème} feuille	= 1.4 * Rdt + 90	15 à 50 t/ha
	Raisin de table	à partir de la 3 ^{ème} feuille	= 4 * Rdt (estimation à partir des travaux de Champagnol)	8 à 25 t/ha
Fruits à noyau	Abricotier	à partir de la 4 ^{ème} feuille	= 1.2 * Rdt + 90	5 à 40 t/ha
	Cerisier	à partir de la 5 ^{ème} feuille	= 1.3 * Rdt + 90	5 à 25 t/ha
	Pêcher	à partir de la 4 ^{ème} feuille	= 1.3 * Rdt + 90	10 à 70 t/ha
	Prunier	à partir de la 5 ^{ème} feuille	= 0.9 * Rdt + 90	10 à 40 t/ha
	Prune d'Ente	à partir de la 5 ^{ème} feuille	= 0.9 * Rdt + 90	10 à 35 t/ha de fruits bruts
	Olivier	à partir de la 4 ^{ème} feuille	= 10 * Rdt + 20 à 30	2 à 8 t/ha
Fruits à coque	Amandier	à partir de la 5 ^{ème} feuille	= 15 * Rdt + 80	0.5 à 1.5
	Châtaignier	à partir de la 7 ^{ème} feuille	= 5 * Rdt + 90	1 à 5 t/ha
	Noisetier	à partir de la 7 ^{ème} feuille	= 20 * Rdt + 60	1 à 5
	Noyer			
Petits fruits	Framboise	à partir de l'entrée en production	3* Rdt	10
	Cassis	à partir de l'entrée en production	3.33 * Rdt	15
	Myrtille			
	Groseille Fraise	à partir de l'entrée en production	3* Rdt	20
	Raisin chasselas	jusqu'à la 3 ^{ème} feuille	4* Rdt + 4	5 à 16 t/ha
	Châtaignier	à partir de la 7 ^{ème} feuille	5* rdt + 90	1 à 5 t/ha
	Noisetier	à partir de la 7 ^{ème} feuille	13,5 * rdt + 90	1 à 5 t/ha
	Noyer	à partir de la 7 ^{ème} feuille	10 * rdt + 60	1 à 5 t/ha

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	
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	

**Annexe 15 – Coefficients d'équivalence en engrais minéral
des principaux fertilisants azotés organiques du Sud-Ouest**

Dans le cas des effluents issus des exploitations agricoles :

 Soit l'agriculteur a une teneur exacte par analyse : il utilise cette valeur ainsi que 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 en matière produite brute)		Cultures d'autonomie						Cultures de printemps											
		apports de fin d'été (sur gaz)		apports d'autonomie			apports d'autonomie sans CIPAN			apports d'autonomie sur CIPAN			apports de printemps								
		Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Ri	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Ri	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Ri	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Ri	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Ri	incorporation immédiate		
Bovins	Fumier de bovins	5,8	0,20	0,10	0,10	0,06	0,15	0,10	0,05	0,15	0,05	0,15	0,10	0,05	0,15	0,10	0,05	0,25	0,30	0,3	
	Fumier de bovin paléaux de rière accumulé																				
	Fumier de bovin décomposé d'étable animaux entravés	5,3	0,22	0,10	0,12	0,02	0,15	0,10	0,05	0,15	0,05	0,20	0,10	0,05	0,20	0,10	0,05	0,30	0,30	0,35	
	Fumier de bovin mou de legères	5,1	0,30	0,20	0,25	0,05	0,2	0,20	0,05	0,25	0,05	0,25	0,25	0,05	0,35	0,25	0,15	0,30	0,30	0,55	
	Lisier de bovins dilué système couvert	1,6	0,05	0,10	0,15	0,05	0,25	0,1	0,05	0,15	0,05	0,1	0,1	0,05	0,15	0,05	0,05	0,45	0,45	0,65	
	Lisier de bovins non dilué	4,5																			
	Lisier de bovins à l'engrais	5,2	0,30	0,20	0,3	0,1	0,5	0,1	0,5	0,25	0,1	0,25	0,20	0,1	0,25	0,20	0,1	0,4	0,4	0,80	
	Purin de bovins dilué	0,4	0,30	0,20	0,3	0,1	0,5	0,1	0,5	0,25	0,1	0,25	0,20	0,1	0,25	0,20	0,1	0,4	0,4	0,80	
	Purin de bovins pur	3,0	0,30	0,20	0,3	0,1	0,5	0,1	0,5	0,25	0,1	0,25	0,20	0,1	0,25	0,20	0,1	0,4	0,4	0,80	
	Lisier de vœux	1,5	0,35	0,10	0,15	0,05	0,25	0,1	0,05	0,15	0,05	0,15	0,10	0,05	0,15	0,10	0,05	0,45	0,45	0,70	
Fumier de veau	2,4	0,25	0,15	0,18	0,09	0,2	0,15	0,09	0,2	0,15	0,09	0,22	0,15	0,09	0,22	0,15	0,2	0,2	0,30		
Ovins - Caprins	Compost de fumiers de bovins	5,3	0,20	0,05	0,11	0,06	0,1	0,15	0,05	0,2	0,15	0,15	0,15	0,05	0,20	0,15	0,05	0,20	0,20	0,25	
	Compost de fumiers de bovins vieux de plus de 5 mois	6,5	0,17	0,15	0,10	0,05	0,1	0,15	0,05	0,15	0,15	0,15	0,15	0,05	0,15	0,15	0,05	0,15	0,15	0,15	
	Compost de fumier de veau	3,0	0,25	0,15	0,17	0,02	0,2	0,15	0,02	0,2	0,15	0,2	0,22	0,05	0,22	0,1	0,05	0,20	0,20	0,3	
	Fumier de caprins et ovins	7,0	0,20	0,10	0,15	0,05	0,15	0,1	0,05	0,15	0,1	0,1	0,15	0,05	0,15	0,1	0,05	0,2	0,2	0,25	
	Compost de fumier d'ovins	11,3	0,25	0,15	0,17	0,02	0,2	0,15	0,02	0,2	0,15	0,2	0,22	0,05	0,22	0,1	0,05	0,2	0,2	0,30	

Effluents d'origine animale (suite) :

Origine	Type de produit	Cultures d'autonomie				Cultures de printemps				apports de printemps					
		apports de fin d'été (sur colza)				apports d'automne				apports d'automne sans CPAN		apports d'automne sur CPAN			
		Kea Cycle	Kea Bilan	Kea Cycle	Kea BS	Kea Cycle	Kea Bilan	Kea Cycle	Kea BS	Kea Cycle	Kea Bilan	Kea Cycle - Kea Bilan	Kea Cycle - Kea Bilan		
Volailles	Fientes de volailles avec litière	25,0	0,55	0,10	0,12	0,27	0,12			0,10	0,3	0,2	0,45	0,60	0,50
	Compost de fientes de volailles avec litière	23,0	0,35	0,05	0,08	0,14	0,08						0,045	0,55	0,50
	Compost de fientes de volailles avec litière de 6 mois à 10 mois	23,0	0,35	0,05	0,09	0,14	0,09						0,25	0,35	0,30
	Fientes de volailles sèches (80%MS)	40,0	0,55	0,10	0,12	0,23	0,12			0,10	0,3	0,2	0,5	0,65	0,55
	Fientes de volailles	27,0	0,45	0,20	0,30	0,30	0,1			0,20	0,40	0,2	0,50	0,80	0,60
	Fumier de dinde	25,0	0,45	0,20	0,30	0,30	0,1			0,20	0,40	0,2	0,50	0,80	0,60
	Après stockage en conditions sèches	21,0	0,45	0,20	0,30	0,30	0,1			0,20	0,40	0,2	0,50	0,80	0,60
	Après stockage en conditions humides	32,0	0,45	0,20	0,30	0,30	0,1			0,20	0,40	0,2	0,50	0,80	0,60
	Après stockage en conditions humides	28,0	0,45	0,20	0,30	0,30	0,1			0,20	0,40	0,2	0,50	0,80	0,60
	Après stockage en conditions humides	24,0	0,45	0,20	0,30	0,30	0,1			0,20	0,40	0,2	0,50	0,80	0,60
Volailles	Fumier de poulets	29,0	0,45	0,20	0,30	0,30	0,1			0,20	0,40	0,2	0,50	0,80	0,60
	Après stockage en conditions humides	22,0	0,45	0,20	0,30	0,30	0,1			0,20	0,40	0,2	0,50	0,80	0,60
	Après stockage en conditions sèches	26,0	0,45	0,20	0,30	0,30	0,1			0,20	0,40	0,2	0,50	0,80	0,60
	Après stockage en conditions humides	20,0	0,45	0,20	0,30	0,30	0,1			0,20	0,40	0,2	0,50	0,80	0,60
	Après stockage en conditions humides	23,0	0,45	0,20	0,30	0,30	0,1			0,20	0,40	0,2	0,50	0,80	0,60
	Après stockage en conditions humides	30,0	0,55	0,10	0,20	0,1	0,05	0,09	0,05	0,14	0,09	0,35	0,45	0,49	0,40
	Après stockage en conditions humides	6,8	0,35	0,10	0,20	0,1	0,05	0,09	0,05	0,10	0,3	0,2	0,50	0,65	0,55
	Après stockage en conditions humides	15,0	0,55	0,10	0,20	0,1	0,05	0,09	0,05	0,10	0,3	0,2	0,50	0,65	0,55
	Après stockage en conditions humides	22,0	0,55	0,10	0,20	0,1	0,05	0,09	0,05	0,10	0,3	0,2	0,50	0,65	0,55
	Après stockage en conditions humides	30,0	0,55	0,10	0,20	0,1	0,05	0,09	0,05	0,10	0,3	0,2	0,50	0,65	0,55
Volailles	Fumier de canards gras prêts à gaver	5,0	0,45	0,20	0,30	0,30	0,1			0,20	0,40	0,2	0,50	0,80	0,60
	Compost de fumier canards prêts à gaver	11,0		0,05	0,14	0,09	0,20			0,05	0,24	0,09	0,35	0,45	0,40
	Lisier de palmipèdes à rôtir	7,5	0,50	0,20	0,30	0,30	0,1			0,20	0,40	0,2	0,50	0,70	0,70
	Lisier de canards gras	1,8	0,50	0,20	0,30	0,30	0,1			0,20	0,40	0,2	0,50	0,70	0,70
	Lisier de canards gras														

Effluents d'origine animale (suite) :

Origine	Type de produit	Cultures d'autonomie										Cultures de printemps														
		apports de fin d'été (sur culture)		apports d'autonomie				apports de printemps sans incorporation				apports d'autonomie sans CPAM		apports d'autonomie sur CPAN				sans incorporation		apports de printemps incorporés						
		Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq RI	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq RI	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq RI	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq RI	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq RI	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq RI	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq RI	
Porcins	Teneur en azote total (kg N par tonne de produit brut)																									
	Fumier de porcs	0,25	0,10	0,12	0,02	0,02	0,10	0,15	0,15	0,05	0,15	0,15	0,05	0,15	0,15	0,05	0,15	0,15	0,05	0,15	0,15	0,05	0,15	0,15	0,05	
	Lézier de porcs mixte	0,31	0,05	0,42	0,37	0,37	0,40	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	
	Lézier de truies gestantes (fosse sous bâtiment)	0,31	0,30	0,42	0,37	0,37	0,40	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	
	Lézier de porcs post-sevrage (9-30 kg pv), fosse sous bâtiment	0,31	0,30	0,42	0,37	0,37	0,40	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	
	Lézier de porc à l'engrais (30-112 kg pv), fosse sous bâtiment	0,31	0,30	0,42	0,37	0,37	0,40	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	
	Compost de fumier de porcs ou de lapin + paille (curemex)	0,35	0,05	0,47	0,42	0,42	0,40	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	
	Compost de fumier de porcs âgé (de 6 à 18 mois)	0,35	0,05	0,47	0,42	0,42	0,40	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	
	Fumier de cheval	0,20	0,10	0,15	0,05	0,05	0,10	0,15	0,15	0,05	0,10	0,15	0,15	0,05	0,10	0,15	0,15	0,05	0,10	0,15	0,15	0,05	0,10	0,15	0,15	
	Fumier de lapins	0,20	0,10	0,15	0,05	0,05	0,10	0,15	0,15	0,05	0,10	0,15	0,15	0,05	0,10	0,15	0,15	0,05	0,10	0,15	0,15	0,05	0,10	0,15	0,15	
Lézier de fipias	0,30	0,20	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30		
Effluents vétérinaires																										

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	Cultures d'automne						Cultures de printemps					
		apports de fin d'été (sur coïté)		apports d'automne		apports d'automne sans CIPAN		apports d'automne sur CIPAN		sans incorporation		apports de printemps	
		Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Cycle	Keq Ri
Compost de déchets verts	Compost MATE (avec support carbonaté) de 6 mois et plus	15,00	0,10	0,10	0,00								
	Compost de déchets verts de moins de 6 mois	10,00	0,05	0,05	0,00	0,10							
	Compost d'ordures ménagères résiduelles (par TMB)	10,00	0,05	0,05	0,00								
Digestats de méthanisation agricole	Digestats bruts	6,00											0,90
	Fraction liquide après séparation des phases	5,20											0,70
	Fraction solide 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 urbaines (C/N = 4,9)	4,05											0,50
	Boues activées liquides urbaines (C/N = 4,9)	3,85											0,45
	Boues activées filtre presse non chaulées (C/N = 5,9)	3,30											0,45
	Boues activées pâteuses filtre à bandes (C/N = 5,2)	13,00											0,45
	Boues activées lites de séchage (C/N = 5,4)	11,00											0,40
	Boues activées lites à rhizophytes	20,50											0,40
	Boues activées déshydratées chaulées (C/N = 5,3)	8,00											0,40
	Boues activées séchées (C/N = 6,0)	10,20											0,35
	Boues digérées anaérobies liquides IAA (C/N = 4,2)	43,00											0,35
Boues digérées	Boues digérées anaérobies déshydratées (C/N = 5,9)	2,10											0,50
	Boues digérées anaérobies déshydratées chaulées (C/N = 6,1)	11,30											0,40
	Boues digérées anaérobies déshydratées chaulées (C/N = 6,0)	9,50											0,30
	Boues digérées anaérobies séchées (C/N = 6,1)	43,00											0,30
	Boues li-bactérien/disque bio liquides (C/N = 7,5)	1,85											0,30
	Boues li-bactérien déshydratées (C/N = 8,1)	7,50											0,30
	Boues décauteur digesteur (C/N = 8,1)	2,25											0,30
	Boues décauteur (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 (C/N = 10 à 13)	6,65											0,25
	Stockage de courte durée sur le site de la station (C/N = 1,9)	9,80											0,15
	Compost de boues (C/N = 11,8)	11,50											0,15
Boues de stations de épuration de papeterie	Matières de vidage (C/N = 11,8)	1,25											0,35
	Boues mixtes papatières C/N < 15	4,75											0,20
	Boues mixtes papatières C/N < 20	4,15											0,10
	Boues mixtes papatières C/N < 35	2,75											0,00
	Boues de désencrage C/N < 70	1,55											0,00
Vinasse de betterave concentrée		20,00	0,50	0,15	0,20	0,05	0,45						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 calcaires	20	20	1.5	25	15
6	Alluvions sableuses calcaires	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)	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	2

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

Variétés blé tendre	b (kg N /q)
Accroc, Adhoc, Ambition, Amundsen, Andalou, Aramis, Arlequin, Bermude, Cellule, Expert, Fairplay, Glasgow, Hekto, Hybery, Hymack, Hyscore, Hystar, Hysun, Hyxtra, Istabraq, JB Diego, Laurier, Lear, Oakley, Odysée, Pakito, Parador, Perfector, Pierrot, Prevert, Ronsard, Royssac, Scipion, Scor, Selekt, Sobbel, Sokal, Sponsor, Sy Moisson, Trapez, Trémie, Viscount	2.8
Adequat, Aldric, Aligator, Alixan, Altigo, Altria, Amador, Andino, Apache, Aprilio, Arezzo, Aristote, Arkeos, As de coeur, Ascott, Attitude, Aurele, Autan, Bagou, Barok, Bastide, Bergamo, Boisseau, Boregar, Boston, Brentano, Campero, Catalan, Celestin, Centenaire, Charger, Chevron, Compil, Cordiale, Dialog, Dinosor, Epidoc, Ephoros, Equilibre, Euclide, Flaubert, Fluor, Folklor, Forblanc, Galopain, Garantus, Garcia, Goncourt, Haussmann, Hybred, Hyxo, Hyxpress, Illico, Innov, Isengrain, Kalystar, Karillon, Marcelin, Maxwell, (Minotor), Nirvana, Nucleo, Orcas, Oregrain, Orvantis, Oxebo, Paledor, Pepidor, Perceval, Phare, Plainedor, Pr22r20, Pr22r28, Pr22R58, Premio, Razzano, Richepain, Rochfort, Rodrigo, Rosario, Rubisko, Rustic, Sankara, Seyrac, Sirtaki, Sogood, Solehio, Sollario, Sweet, Swinggy, Toisondor, Uski, Waximum	3
Accor, Adagio, Aerobic, Allez y, Altamira, Ambello, Amerigo, Athlon, Atlass, Aubusson, Avantage, Azimut, Azzerti, Camp - Rémy, Calabro, Caphorn, CCB Ingenio, Cézanne, Chevalier, Croisade, Exelcior, Exotic, Farandole, Freion, Galactic, Graindor, Instinct, Interet, Iridium, Isidor, Kalango, Koreli, Limes, Lukullus, Manager, Mendel, Mercato, Miroir, Musik, Nogal, Nuage, Oratorio, Paindor, Racine, Recital, Ressor, Saint Ex, Samurai, Soissons, Sophytra, Sorrial, Sy Alteo, Sy Tolbiac, Valodor, (Zinal)	3.2
Antonius, Arfort, Courtot, Bagatelle 007, Bologna, Bussard, Esperia, Figaro, Fiorina, Florence Aurore, Furio, Galibier, Hyno - rista, Lennox, Levis, Logia, Lona, Ludwig, Monopole, Nara, Pireneo, Qualital, Quality, Quebon, Renan, Runal, Saturnus, Sebasto, Segor, Siala, Somme, Stefanus, Tamaro, Togano, Trofeo, Turelli, Valbona	3.5

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

Variétés Blé Dur	bq (kg N /q)
Acalou-Combo-Neodur-Plussur-Actisur-Dakter-Orjaune-Surmesur-Atoudur-Levante-Pescadou-Sy Banco-Biensur-Luminur	3.5
Argeles-Cultur-Karur-Nemesis-Qualidou-Byblos-Fabulis-Lloyd-Nefer-Sachem-Claudio-Janeiro-Miradoux-Orlu-Clovis-Joyau-Nautilur-Provenzal-Sy Cysco-Sy Carma	3.7
Alexis-Saragolla- Babylone- Sculptur- Floridou- 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 du 1^{er} février de chaque année

4-b Minéralisation nette des résidus de récolte.

Précédent	4-a bp (kg N/q ou t)	4-b Mr (kg N/ha)
Ouverture du bilan en sortie d'hiver		Ouverture du bilan en avril
Avoine pailles enlevées	2,5	0
Avoine pailles restituées	2.5 + 0.3	-20
Blé tendre pailles enlevées	3 ⁽¹⁾	0
Blé tendre pailles restitués	3 ⁽¹⁾ + 0.3	-20
Blé dur pailles enlevées	3.5 ⁽¹⁾	0
Blé dur pailles restitués	3.5 ⁽¹⁾ + 0.3	-20
Colza	6	20
Maïs doux épis + spathes	10	-10
Maïs doux épis dépouillés	12	-10
Maïs fourrage	12	0
Maïs grain	2.5	-10
Maïs semence	5.7	-10
Orge pailles enlevées	2.5	0
Orge pailles restituées	2.5 + 0.3	-20
Seigle pailles enlevées	2.3	0
Seigle pailles restitués	2.3 + 0.3	-20
Sorgho ensilage	13	-10
Sorgho grain	2.8	-10
Tournesol	4	-10
Triticale pailles enlevées	2.6	0
Triticale pailles restitués	2.6 + 0.3	-20
Pois	/	20
Féverole	/	30
Lupin	/	20
Soja	/	20
Prairie	/	0
Culture Intermédiaire	/	0
Luzerne (retournement fin d'été/début automne) : année N+1	/	40
Luzerne (retournement fin d'été/début automne) : année N+2	/	20
Luzerne (retournement de printemps)	/	
Betterave	220kg/ha	20
Carotte	100-165 kg/ha (suivant cycle)	10
Endive	90-185 kg/ha (suivant variété)	10
Pommes de terre	100 à 250 kg/ha (suivant date plantation)	20

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 : qté 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 (21 types de sol réparti en 13 classes).

*Alluvions argilo-limoneuses à argileuses / Alluvions limoneuses à limono argileuses
 Sols N°3 et 4*

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 Potentiellement Lixivable (en kgN/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

*Argilo-calcaïque
 Sol N°16*

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 Potentiellement Lixivable (en kgN/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

*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
APL = Azote Potentiellement Lixivable (en kgN/ha)	0	35	35	35	35	34	31	30	28
	20	46	46	46	44	39	35	32	29
	40	62	62	62	54	46	39	34	31
	60	78	78	78	66	53	44	37	32
	80	95	95	95	81	62	49	40	33
	100	111	111	111	99	72	55	43	35

Bouillène profonde
Sol N° 11

Ri + Pi (câp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)							
		150	200	250	300	350	400	450	500
APL = Azote Potentiellement Lixivable (en kgN/ha)	0	36	36	36	34	31	29	28	26
	20	45	45	45	41	36	32	29	26
	40	61	61	61	50	41	35	30	27
	60	76	76	76	60	47	38	32	27
	80	91	91	91	73	54	42	34	27
	100	106	106	106	88	62	46	35	28

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

Ri + Pi (câp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)							
		150	200	250	300	350	400	450	500
APL = azote potentiellement lixivable (en kgN/ha)	0	28	28	28	28	28	27	25	24
	20	38	38	38	38	37	33	30	27
	40	55	55	55	55	47	40	35	31
	60	71	71	71	71	59	49	42	36
	80	88	88	88	88	75	60	50	42
	100	104	104	104	104	95	74	59	48

Bouillène caillouteuse superficielle / Alluvions caillouteuses
Sols N° 9 et 1

Ri + Pi (câp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)							
		150	200	250	300	350	400	450	500
APL = Azote Potentiellement Lixivable (en kgN/ha)	0	32	29	28	26	25	24	24	23
	20	42	36	32	29	26	24	24	23
	40	59	45	37	31	27	24	24	23
	60	76	56	42	34	28	24	24	23
	80	93	69	49	37	29	24	24	23
	100	109	85	56	40	30	24	24	23

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

Ri + Pi (câp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)							
		150	200	250	300	350	400	450	500
APL = Azote Potentiellement Lixivable (en kgN/ha)	0	35	30	28	27	26	25	24	23
	20	41	38	33	29	27	25	24	23
	40	57	47	38	32	28	25	24	23
	60	72	60	45	36	30	25	24	23
	80	88	75	53	39	31	25	24	23
	100	103	95	62	44	32	25	24	23

Ségala
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
0	35	35	33	31	30	29	28	26
APL = Azote	20	51	51	39	35	32	30	28
Potentiellement	40	68	68	48	40	35	31	28
Lixivable	60	85	85	57	46	38	32	28
(en kgN/ha)	80	102	102	69	52	41	33	28
	100	119	119	84	59	44	34	28

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
0	28	28	28	28	27	26	25	24
APL = Azote	20	38	38	38	33	31	29	27
Potentiellement	40	54	54	54	42	37	33	30
Lixivable	60	71	71	71	52	44	38	33
(en kgN/ha)	80	87	87	87	65	52	43	37
	100	104	104	104	81	63	50	41

Argilo-calcaire superficiel / Alluvions caillouteuses calcaires
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
0	28	28	28	28	28	27	26	25
APL = Azote	20	38	38	38	35	32	30	28
Potentiellement	40	54	54	54	44	39	35	32
Lixivable	60	71	71	71	55	47	41	36
(en kgN/ha)	80	88	88	88	69	56	47	40
	100	104	104	104	87	68	55	45

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
0	22	22	22	22	22	22	22	21
APL = Azote	20	33	33	33	31	29	26	25
Potentiellement	40	49	49	49	41	36	32	28
Lixivable	60	65	65	65	54	45	38	32
(en kgN/ha)	80	82	82	82	72	56	45	37
	100	98	98	98	94	70	54	43

Alluvions argilo-limoneuses à argileuses calcaires / Alluvions 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
0	26	26	26	26	26	25	24	23
APL = Azote	20	36	36	36	33	30	28	26
Potentiellement	40	52	52	52	41	36	32	29
Lixivable	60	69	69	69	51	43	37	33
(en kgN/ha)	80	85	85	85	65	52	43	37
	100	101	101	101	81	63	50	41

Sols de Causses
Sol N°18

Ri + Pi (câp)	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)							
	150	200	250	300	350	400	450	500
0	23	23	21	20	19	19	18	18
20	30	30	26	23	20	19	18	18
40	48	39	31	25	21	19	18	18
60	66	51	36	28	22	19	18	18
80	84	67	43	31	23	19	18	18
100	102	87	52	34	24	19	18	18

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 (21 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 01/10 et le 01/05 (en mm)							
	250	300	350	400	450	500	600	700
0	45	45	45	45	42	40	36	31
APL = Azote	20	60	60	60	53	48	43	37
Potentiellement	40	76	76	76	62	54	47	38
Lixivable	60	92	92	92	73	61	52	39
(en kgN/ha)	80	107	107	107	86	69	56	40
	100	123	123	123	102	78	62	41
								31

**Argilo-calcaïque
Sols N°16**

Ri (Cultures d'été)	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)							
	250	300	350	400	450	500	600	700
0	40	40	40	39	37	35	31	29
APL = Azote	20	56	56	56	48	43	39	32
Potentiellement	40	73	73	73	58	50	43	33
Lixivable	60	89	89	89	71	57	47	34
(en kgN/ha)	80	106	106	106	86	66	53	35
	100	122	122	122	105	77	58	36
								29

**Boulbène superficielle / Boulbène moyenne
Sols N°10 et 12**

Ri (Cultures d'été)	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)							
	250	300	350	400	450	500	600	700
0	46	46	46	44	41	39	35	29
APL = Azote	20	62	62	62	51	46	41	35
Potentiellement	40	79	79	79	59	51	44	35
Lixivable	60	96	96	96	68	56	47	36
(en kgN/ha)	80	112	112	112	78	62	51	36
	100	129	129	129	90	69	54	36
								29

**Boulbène profonde
Sol N°11**

Ri (Cultures d'été)	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)							
	250	300	350	400	450	500	600	700
0	44	44	44	41	39	36	32	28
APL = Azote	20	59	59	59	47	42	38	32
Potentiellement	40	74	74	74	53	45	39	32
Lixivable	60	89	89	89	60	49	41	32
(en kgN/ha)	80	104	104	104	68	53	42	32
	100	120	120	120	77	57	44	32
								28

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

Ri (Cultures d'été)	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)							
	250	300	350	400	450	500	600	700
0	34	34	34	34	34	32	29	27
APL = Azote	20	47	47	47	42	39	33	29
Potentiellement	40	65	65	65	53	47	38	31
Lixivable	60	82	82	82	66	57	43	34
(en kgN/ha)	80	99	99	99	83	68	49	37
	100	116	116	116	104	83	56	40

Boulbène caillouteuse superficielle / Alluvions caillouteuses
Sols N°9 et 1

Ri (Cultures d'été)	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)							
	250	300	350	400	450	500	600	700
0	37	33	30	27	25	23	20	18
APL = Azote	20	55	39	33	28	24	20	18
Potentiellement	40	72	47	36	29	24	20	18
Lixivable	60	90	55	40	30	23	20	18
(en kgN/ha)	80	108	66	44	31	23	20	18
	100	125	78	49	32	23	20	18

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

Ri (Cultures d'été)	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)							
	250	300	350	400	450	500	600	700
0	38	34	31	29	27	24	21	18
APL = Azote	20	47	39	34	30	27	24	18
Potentiellement	40	58	46	38	32	27	24	18
Lixivable	60	72	53	42	34	28	24	18
(en kgN/ha)	80	89	62	46	36	28	24	18
	100	110	72	51	38	29	24	18

Ségala
Sol N°19

Ri (Cultures d'été)	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)							
	250	300	350	400	450	500	600	700
0	49	49	45	40	36	33	26	20
APL = Azote	20	66	66	51	44	38	26	20
Potentiellement	40	83	83	58	48	40	26	20
Lixivable	60	100	100	67	52	42	26	20
(en kgN/ha)	80	117	117	76	57	44	26	20
	100	134	134	86	62	46	26	20

Argilo-calcaire profond
Sol N°14

Ri (Cultures d'été)	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)							
	250	300	350	400	450	500	600	700
0	32	32	32	31	30	28	24	21
APL = Azote	20	49	49	41	36	32	26	22
Potentiellement	40	66	66	51	43	37	28	23
Lixivable	60	83	83	63	51	43	31	24
(en kgN/ha)	80	100	100	78	61	49	34	25
	100	117	117	96	73	57	37	26

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

Ri (Cultures d'été)	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)							
	250	300	350	400	450	500	600	700
0	31	31	31	31	30	27	23	21
APL = Azote	20	48	48	48	48	37	32	26
Potentiellement	40	65	65	65	65	45	38	29
Lixivable	60	82	82	82	82	56	45	32
(en kgN/ha)	80	98	98	98	98	69	54	35
	100	115	115	115	115	84	64	39
								26

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

Ri (Cultures d'été)	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)							
	250	300	350	400	450	500	600	700
0	30	30	30	30	27	25	21	19
APL = Azote	20	45	45	45	35	30	27	21
Potentiellement	40	61	61	61	41	34	28	21
Lixivable	60	77	77	77	48	37	30	21
(en kgN/ha)	80	93	93	93	56	42	32	21
	100	109	109	109	65	47	34	21
								19

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

Sols N° 7 et 8

Ri (Cultures d'été)	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)							
	250	300	350	400	450	500	600	700
0	28	28	28	28	28	26	23	21
APL = Azote	20	45	45	45	38	34	30	25
Potentiellement	40	62	62	62	48	41	35	27
Lixivable	60	79	79	79	60	49	41	30
(en kgN/ha)	80	95	95	95	76	59	47	32
	100	112	112	112	95	71	55	35
								21

Sols de Causses

Sol N° 18

Ri (Cultures d'été)	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)							
	250	300	350	400	450	500	600	700
0	20	20	19	19	18	17	15	13
APL = Azote	20	27	24	21	20	18	17	15
Potentiellement	40	36	29	24	21	18	17	15
Lixivable	60	47	35	27	22	18	17	15
(en kgN/ha)	80	63	42	30	23	18	17	15
	100	83	51	34	24	18	17	15
								13

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

Type de sol	% Argile	% CaCO ₃	% MO	% Cailloux	Azote dans le sol après une culture intermédiaire
alluvions caillouteuses	20	0	1.5	25	8
alluvions sableuses	10	0	1.5	0	8
alluvions limoneuses à limono argileuses	20	0	1.5	0	15
alluvions argilo-limoneuses à argileuses	35	0	1.7	0	15
alluvions caillouteuses calcaires	20	20	1.5	25	8
alluvions sableuses calcaires	10	20	1.5	0	8
alluvions limoneuses à limono argileuses calcaires	20	20	1.5	0	15
alluvions argilo-limoneuses à argileuses calcaires	35	20	1.7	0	15
boulbène caillouteuse superficielle	15	0	1.5	25	10
boulbène superficielle	15	0	1.5	0	15
boulbène profonde	15	0	1.5	0	20
boulbène moyenne	15	0	1.5	0	15
Argilo-calcaire superficiel (rendosols)	30	20	1.5	0	15
argilo-calcaire profond (calcosols)	33	10	1.7	0	20
argilo-calcaire moyen (calcosols)	33	10	1.6	0	15
Argilo-calciques (calcisols)	35	0	2	0	15
Argilo-acides (brunisols)	30	0	2	5	15
sols des Causses	30	10	2	30	15
Ségala (sols acides limono-sableux à limono-argilo-sableux)	20	0	3	20	15
argilo calcaires à cailloux	30	25	1.5	25	15
argileux acides à cailloux	30	0	1.5	25	15

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

Type de sol	Argile (%)	CaCO3 (%)	MO (%)	Cailloux (%)	Mh céréales à paille	maïs SEC (GRAIN ET ENSILAGE), tournesol, tabac en sec		maïs GRAIN ET ENSILAGE, tabac IRRIGUE	Maïs doux et semence IRRIGUE
						Mh - tous départements sauf 65	Mh - 65		
alluvions caillouteuses	20	0	1,5	25	20	40	50	50	30
alluvions sableuses	10	0	1,5	0	50	80	100	100	70
alluvions limoneuses à limono argileuses	20	0	1,5	0	50	90	110	110	70
alluvions argilo-limoneuses à argileuses	35	0	1,7	0	40	70	80	80	60
alluvions caillouteuses	20	20	1,5	25	20	30		40	30
alluvions sableuses	10	20	1,5	0	50	70		90	60
alluvions limoneuses à limono argileuses	20	20	1,5	0	40	70		80	50
alluvions argilo-limoneuses à argileuses	35	20	1,7	0	30	50		60	40
boulbène caillouteuse superficielle	15	0	1,5	25	30	50	60	60	40
boulbène superficielle	15	0	1,5	0	40	70	80	80	50
boulbène profonde	15	0	1,5	0	50	80	100	100	70
boulbène moyenne	15	0	1,5	0	50	80	100	100	70
Argilo-calcaire superficiel (rendosols)	30	20	1,5	0	20	30		40	30
argilo-calcaire profond (calcosols)	33	10	1,7	0	30	50		50	40
argilo-calcaire moyen (calcosols)	33	10	1,6	0	30	40		50	40
Argilo-calcaires (calcisols)	35	0	2	0	40	60		70	50
Argilo-acides (brunisols)	30	0	2	5	40	60		80	50
sols des Causses	30	10	2	30	20	30		30	20
Ségala (sols acides limono-sableux à limono-argilo-sableux)	20	0	3	20	60	110		120	90
argilo calcaires à cailloux	30	25	1,5	25	20	30		30	20
argileux acides à cailloux	30	0	1,5	25	20	40		50	30

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

N°de sol	Type de sol Nom vernaculaire	Argile (%)	CaCO3 (%)	MO (%)	Cailloux (%)	Classement colza d'hiver et lin oléagineux d'hiver
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	profond
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-calciques (calcisols)	35	0	2	0	profond
17	Argilo-acides (brunisols)	30	0	2	5	profond
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

Annexe 17 – Valeurs de rendement moyen par département (période 2007 à 2011)

Période quinquennale 2007-2011 / Source SAA définitive

	Ariège	Aveyron	Haute-Garonne	Gers	Lot	Hautes-Pyrénées	Tarn	Tarn-et-Garonne
cultures	Rendement moyen en Quintal/ ha							
blé tendre	46	46	51	53	46	53	50	52
blé dur	42	42	47	46	38	42	45	45
Seigle et méteil	32	35	37	36	32	35	35	37
orge et escourgeon	42	43	43	45	42	45	45	43
avoine	30	29	36	36	30	35	31	35
Maïs grain	84	84	98	93	75	95	94	99
maïs grain irrigué	90	97	103	98	90	104	100	103
maïs grain non irrigué	59	70	75	72	57	80	64	69
Maïs semence	35	40	32	33	33	20	34	36
Sorgho	54	57	56	59	52	62	60	60
Triticale	44	48	43	42	42	44	43	45
Autres céréales non mélangées				32			29	
Mélanges de céréales hors méteil	36	35	34	32	31	32	30	39
Autres Céréales	53	44	56	62	47	86	51	60
Colza et navette	27	28	28	27	24	27	27	27
Tournesol	22	24	24	24	23	26	23	24
Soja	25	25	28	27	23	28	27	28
Lin oléagineux	11	12	11	11	11		15	15
Autres oléagineux	20		7				16	
Féveroles et fèves	16	14	17	17	15	17	17	15
Pois protéagineux	23	22	32	28	21	21	30	28
Lupin doux	15	14	16	17	19	15	14	18
Abricots					55			59
Bigarreaux		34	24	40	27		52	56
Cerises		34	24	40	27		52	53
Pêches			76	75	56		53	111
Nectarines et brugnons			66	77	64		48	109
Prunes à pruneaux				108	79			117
Mirabelles		32						
Reines claudes					86			105
Autres prunes			163		148			172
Prunes (ensemble variétés)		32	163	116	95			132
JulesGuyot								
Williams	156		154				146	205
Autres poires d'été								
Poires d'été ensemble	156		154				146	199
Poires d'automne	83		78				63	118
Poires d'hiver								115
Poires de table	116		114				105	157
Pommes Golden	525	372	535	436	474	488	518	600
GrannySmith			467				513	622
Autres pommes	395	369	427	414	401	390	447	527
Pommes de table	427	370	449	421	423	427	475	551
Amandes					16			13
Châtaignes	14	15			15	16	12	23
Noix	15	14	13	17	17	10	15	16
Noisettes	18		13	19	30	11	12	26
Kiwi	111		171	125			125	174

	Ariège	Aveyron	Haute-Garonne	Gers	Lot	Hautes-Pyrénées	Tarn	Tarn-et-Garonne
cultures	Rendement moyen en Quintal/ ha							
Cassis et myrtilles	29		25		38			
Framboises	29	21	21	15	41	21		26
Groseilles	15	24	24		39			22
Vignes à raisin de table	30	36	47	49	68	47	54	82
Chanvre papier paille et graine y compris semences	46	37	47	50	53	48	47	53
Lin textile y compris semences							70	
Tabac sec non fermenté	16	24	22	21	25	18	26	24
Tabac Brun		23			19	14		
Tabac Virginie	18	29	22	20	28	16	26	23
Tabac Burley	12	23	21	23	25	19	21	24
Pommes de terre primeurs ou nouvelles	181	192	204	206	136	144	183	210
Pommes de terre de conservation et demisaison	245	327	268	248	240	174	279	298
Pommes de terre de consommation	231	317	240	243	203	173	260	284
Pommes de terre	231	294	239	243	203	173	260	284
Artichauts			70	39				55
Asperges	41	26	58	41	42		54	65
Céleris branches			380				300	250
Choux fleurs	132	122	192	143	97	140	164	153
Choux brocolis à jets	114		191	17		123		80
Choux de Bruxelles	76		101			92	92	117
Choux autres	160	220	220	150	49	220	200	180
Epinards	87	106	85	157	115	190	97	142
Poireaux	260	240	250	220	200	250	300	160
Laitues	155	170	396	450	249	181	223	246
Chicorées frisées	100	150	280	191	225	220	180	280
Chicorées scaroles	100	130	290	200	240	200	180	280
Mâche	79	104	81			99	99	59
Autres salades	78	47	43	47	97	46	50	220
Bettes et cardes	185		219	315	176	222		277
Persil			82					159
Fraises	107	73	117	97	157	112	97	117
fraises sous serres					170			140
Aubergines	151		219	256		151	151	159
Concombres	729		1247	779		442	448	995
concombres sous serres			1360	1227				2067
Cornichons		21	100	133		102	111	89
Courgettes	244	163	287	317	272	197	186	173
Melons	157		150	181	172		160	167
melons sous serres			166		190			203
Pastèques			171	172				100
Poivrons et piments	200		190	250	238		140	150
Potirons courges citrouilles giraumon	276		306	328	114	413	331	179
Tomates	516	281	567	434	267	300	283	794
tomates sous serres			737	232	203		117	1093
Ailenvert				95				94
Ailensec			69	73	52		49	71
Betteravespotagères			275	185		214	196	153

	Ariège	Aveyron	Haute-Garonne	Gers	Lot	Hautes-Pyrénées	Tarn	Tarn-et-Garonne
cultures	Rendement moyen en Quintal/ ha							
Carottes	228	273	244	227	373	232	214	134
Céleris raves			219				172	212
Echalotes			74	99		47	58	81
Navets potagers			104	121		194	194	194
Oignons blancs	120		160	120	64	120	120	100
Oignons de couleur	211	266	226	153	197	258	250	116
Radis	140		90	200	100	150	120	100
Salsifis et scorsonères			119					
Petits pois grain		42	43	64		63	45	56
Haricots à écosser et demi secs grain	52		52	38		40	45	20
Haricots verts yc.haricots beurre	63	62	52	118	70	114	54	98
Maïs doux				184		177		127
Haricots secs y compris semences	18		14	20		11	12	15
Lentilles y compris semences	10	11	14	10	10	15	9	10
Pois secs pois de casserie y compris semences	15	34	17	17	14	14	16	
	Rendement moyen en hl/ ha							
Vignes à raisin de cuve	21	26	56	101	47	36	75	55
	Rendement moyen en quintal de M.S./ ha							
Maïs fourrage et ensilage (plante entière)	107	113	116	122	88	118	117	122
dont maïs fourrage irrigué	126	134	128	133	109	139	132	128
Autres fourrages annuels	34	44	51	80	49	77	33	54
Fourrages annuels	79	102	106	111	75	112	101	100
Prairies artificielles	76	72	76	64	66	76	72	70
dont luzerne pour déshydratation	75	55	86	77				
Prairies temporaires	67	63	66	59	57	71	66	56
Prairies naturelles ou semées depuis plus de 6 ans	47	49	51	41	42	49	48	38
STH peu productives (parcours, landes, alpages)	14	18	17	22	15	18	16	16

