



PRÉFET DE LA RÉGION MIDI-PYRÉNÉES

RECUEIL DES ACTES ADMINISTRATIFS

**- RECUEIL SPECIAL -
"AZOTE"**

N° 2015-08-31/311-67

31 AOUT 2015

SOMMAIRE

Recueil des actes administratifs - Préfecture de la région Midi-Pyrénées – n° 67 publié le 31/08/2015

Direction régionale de l'équipement, de l'aménagement et du logement

Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt

2015-08-31/311-278 – Arrêté établissant le référentiel régional de mise en oeuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Midi-Pyrénées + annexes



PRÉFET DE LA RÉGION MIDI-PYRÉNÉES

Arrêté n° 2015-08-31/311-278

signé par

le Préfet de la région Midi-Pyrénées

le 31 août 2015

**Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt**

Arrêté établissant le référentiel régional de mise en oeuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Midi-Pyrénées + annexes - publié au RAA n° 67 du 31 août 2015



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

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° 2015 /

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, modifié les 17 avril 2013 et 06 juin 2014, portant création du groupe régional d'expertise 'nitrates' pour la région Midi-Pyrénées, ,

VU l'arrêté n°2014157-0003 du 6 juin 2014 établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Midi-Pyrénées,

VU les propositions du groupe régional d'expertise 'nitrates' (GREN) en date du 29 juin 2015,

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 îlot 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 flot 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 n°2014157-0003 du 6 juin 2014 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} septembre 2015.

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

À Toulouse, le

31 AOUT 2015

Le Préfet de la région Midi-Pyrénées

Maurice

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 2010-2014)

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	18
Chanvre	Bilan	6	22
Tabac	Bilan	7	24
Cultures porte-graines	Bilan	8	26
Tournesol	Pivot	9	30
Soja	Pivot	10	33
Lin	Pivot	11	34
Arboriculture	Pivot	12	35
Cultures maraîchères de plein champ et sous abri	Plafond	13	37
Autres cultures	Plafond	14	38

**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) ou 1 tonne de Matière sèche.
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
Méteil de céréales pures*	T de MS/ha	19

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

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

1.2 Rendement objectif (y)

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

1.3 Reliquats d'azote à la récolte (Rf)

Le besoin de la culture tient aussi compte du fait qu'il reste de l'azote dans le sol à la récolte que les racines n'ont pas été capables d'extraire. Le tableau 1 en annexe 16 permet de connaître le poste Rf pour 22 sols de Midi-Pyrénées.

2- Les fournitures en azote du sol

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

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

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

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

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

Formule générale :

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

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

Plusieurs cas possibles en fonction de la nature du précédent :

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

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

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

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

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

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

Cette 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
Pois	= 30 + 0.5 A
Féverole, lupin	= 20 + 0.4 A
Soja	= 20 + 0.3 A

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

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

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

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

➤ **Précédent prairies :**

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

- **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 22 types de sols de la région Midi-Pyrénées.

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

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

b-destruction d'automne			Age de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
rang de la culture post destruction	1	Blé	10 *kp	30 * kp	50 * kp	60 * kp	70 * kp
	2	maïs ou blé	0	0	0	0	0
	3	maïs ou blé	0	0	0	0	0

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

	kp (Effet du mode d'exploitation)	
	Graminées pures	Association Graminées-Légumineuses
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 en sortie d'hiver
		Destruction Nov/déc
Crucifères (moutarde, radis ...)	< = 1	5
	2 (> 1 et < 3)	10
	> = 3	15
Graminées de type seigle, avoine	< = 1	0
	2 (> 1 et < 3)	5
	> = 3	10
Graminées de type ray-grass	< = 1	5
	2 (> 1 et < 3)	10
	> = 3	15
Légumineuses	< = 1	10
	2 (> 1 et < 3)	20
	> = 3	30
Hydrophyllacées (Phacélie)	< = 1	0
	2 (> 1 et < 3)	5
	> = 3	10
Mélanges graminées – légumineuses	< = 1	5
	2 (> 1 et < 3)	13
	> = 3	20
Mélanges crucifères – légumineuses	< = 1	8
	2 (> 1 et < 3)	15
	> = 3	23

3- Les apports d'azote

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

Cet apport est considéré comme négligeable sur céréales.

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

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

avec

Q = m³ ou tonnes épandues / ha

Npro = teneur en N total du produit résiduaire organique

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

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

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

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

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

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

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

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

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

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

I – Ecriture opérationnelle

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

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

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

Ri : Reliquat azoté à l'ouverture du bilan

Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

Mr : Minéralisation nette de résidus de récolte

Mr CI : Minéralisation nette de résidus de cultures intermédiaires

Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

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

Xa : équivalent engrais minéral d'un produit organique

CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais

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

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

II – Descriptif des termes de l'écriture opérationnelle

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

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

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

Pf = (b x y) avec :

b = besoins par unité de production

y = Objectif de rendement

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

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

1.1 Besoins par unité de production (b)

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

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

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

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

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

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

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

1.2 Rendement objectif (y)

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

1.3 Reliquats d'azote à la récolte (Rf)

Le besoin de la culture tient aussi compte du fait qu'il reste de l'azote dans le sol à la récolte que les racines n'ont pas été capables d'extraire. Le *tableau 1 en annexe 16* permet de connaître le poste Rf pour les sols de Midi-Pyrénées en régime sec ou irrigué.

2. Les fournitures en azote du sol

2.1 Ri : Reliquat azoté à l'ouverture du bilan

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

Deux méthodes permettent de connaître la valeur du Ri :

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

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

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

Formule générale :

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

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.

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

- **Calcul de APL**

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

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.annexe 16 tableau 5

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

= % N x Q x keq Ri

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

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

➤ **Précédent légumineuses :**

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

- **Calcul de APL :**

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

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

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

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

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

➤ **Précédent prairies :**

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

Le Ri est estimé directement par dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Ri pour un précédent prairie

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

kp = 1 pour une prairie toujours pâturée

kp = 0.7 pour une prairie fauchée et pâturée

kp = 0.4 pour une prairie toujours fauchée

Pour les associations graminées + légumineuses, le kp = 1

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

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

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

2.1.2 Ri donné par une mesure de reliquat d'azote

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

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

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

2.2 Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

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

cf. **annexe 16 tableau 9**

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

Tableau 6 : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

a-destruction de printemps			Age de la prairie			
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans
rang de la culture post destruction	1	maïs	20*kp	60*kp	100*kp	120*kp
	2	maïs ou blé	0	0	25*kp	35*kp
	3	maïs ou blé	0	0	0	0

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

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

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

2.4 : Mr : Minéralisation nette de résidus de récolte :

cf **annexe 16 tableau 4-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 :

- % N_{pro} = 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

Mais grain de consommation et mais fourrage		
Date d'apport N	Semis – 4 feuilles	4 feuilles- floraison
CAU	0.6	0.8
Mais semence		
Date d'apport N	Semis – 4 feuilles	4 feuilles – 12 feuilles
Rendement		Rdt <30q/ha
CAU	0.6	0.7
Mais 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 : $X = [Pf + Rf] - [Pi + Ri + Mh] - Xa$

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

II – Descriptif des termes de l'écriture opérationnelle

1- Les besoins en azote de la culture

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

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

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

Pf = (b 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.



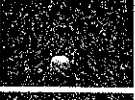
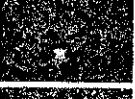
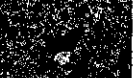
1.2 Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi)

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	
Matière verte visuelle	Correspondance matière par pesée (poids frais en 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

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

avec

Q = m³ ou tonnes épandues / ha

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

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

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

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.

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

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

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

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

I. Ecriture opérationnelle

Elle correspond à :

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

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

Mh : Fourniture d'azote minéral par le sol

N_{rest} : contribution directe des restitutions azotées au pâturage de l'année

Fs : Fournitures liées à la présence de légumineuses

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

Xa : Equivalent engrais minéral d'un produit organique

CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais

II. Descriptif des termes de l'écriture opérationnelle

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

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

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

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

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

b = besoins par unité de production

y = Objectif de rendement

1.1 Rendement objectif (y)

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

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

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

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

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

E = ensilage

F = fauche

P = pâture

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

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

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

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

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

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

2. Les fournitures en azote du sol

2.1. Fournitures du sol (Mh + Nrest)

Tableau 3 : Fournitures du sol (Midi-Pyrénées)

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

Les restitutions au pâturage sont intégrées aux fournitures du sol (via l'entretien fort/faible).
Les références sont actualisables à partir de résultats d'essais ou programmes de recherche.

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

Pour déterminer Fs, on distingue 2 types de légumineuses :

- trèfle blanc
- autres légumineuses

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

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

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

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

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

3. Les apports d'azote

3.1. Apport fourni par les produits résiduaire organiques

$$Xa = Q * Npro * Keq$$

avec

Q = m3 ou tonnes épandues / ha

Npro = teneur en N total du produit résiduaire organique

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

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

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

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

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

3.2. CAU

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 élevé , très riche en MO (> 3,5 %)	90	120
Sol à minéralisation élevée, bien pourvu en MO (> 2%)	60	90
Sol à minéralisation moyenne, richesse en MO entre 1,5 et 2%	50	70
Sol à faible minéralisation, teneur en MO inférieure à 1,5 %	40	60

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

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

Le CAU est de 0,6.

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

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

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

I – Ecriture opérationnelle

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

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

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

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

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

Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation

CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais

Xa : Equivalent engrais minéral d'un produit organique

II. Descriptif des termes de l'écriture opérationnelle

1. Les besoins en azote de la culture

1.1. Besoins des cultures (Pf)

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

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

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

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

1.1.2 L'objectif de rendement (y)

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

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

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

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

Le besoin de la culture tient aussi compte du fait qu'il reste de l'azote dans le sol à la récolte. Les valeurs du Rf sont proposées au tableau 1 de l'annexe 16.

Cas particulier : Une tolérance de 50UN pour le tabac Burley peut être accordée pour le Rf si après la récolte une CIPAN est implantée.

2. Les fournitures en azote du sol

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

Le reliquat d'azote minéral peut être issu d'une analyse de sol à l'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

I. Les besoins en azote de la culture

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

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

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

1.2 Reliquats d'azote à la récolte (Rf)

Le besoin de la culture tient aussi compte du fait qu'il reste de l'azote dans le sol à la récolte. Les valeurs du Rf sont proposées au tableau 1 de l'annexe 16.

2. Les fournitures en azote du sol

2.1 Ri : Reliquat azoté à l'ouverture du bilan

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

Le reliquat est mesuré ou estimé :

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

2.2 Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

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

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

* sol calcaire (>20% Ca CO3)

2.3 Mr : Minéralisation nette de résidus de cultures

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
Céréales à paille enfouies	-20	-10
Céréales à paille enlevées	0	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	avoine rude	100
Poacées	Paturin des prés	80
Brassicacées	Chou fourrager	125
POTAGERES PORTE-GRAINE		
Alliacées	ciboule	90
Brassicacées	choux	125
Cucurbitacées	Courge, courgette, concombre, cornichon, melon, citrouille, patisson	120
Fabacée	Haricot	100

Annexe 9 : Fiche « tournesol »

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

Ainsi la dose à apporter est calculée globalement comme suit :

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

I – Ecriture opérationnelle

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

- à l'aide d'une grille simplifiée basée sur l'objectif de rendement, le niveau de reliquat d'azote minéral dans le sol au semis et le niveau de minéralisation nette de l'humus du sol sous la culture de tournesol,
- ou par la méthode Héliotest 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'efficience pour Héliotest.

II – Tableau simplifié de préconisation proposée par le CETIOM en région Midi-Pyrénées

Conseil de dose d'azote en tournesol, 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) :

101 Mh faible : ≤ 40 kg N /ha

102 Mh moyenne :]40 ; 70]

103 Mh élevée : > 70 kg N /ha

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

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

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

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

- La méthode Heliotest

La caractéristique principale d'Héliotest, méthode proposée par 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.

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.

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

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

L'objectif de rendement :

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

I – Tableau des apports par type de vergers

Dose d'azote à apporter sur jeunes vergers

TABLEAUX POUR CAS JEUNES VERGERS

objectif de rendement

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

quantité d'azote absorbé en fonction du cycle de production

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

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

TABLEAUX POUR CULTURES FRUITIERES EN PRODUCTION

objectif de rendement

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

quantité d'azote absorbé en fonction du cycle de production

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

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

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

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

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

Annexe 14 : fiche "autres cultures"

Cultures	dose plafond	observation
La dose plafond est exprimée en unité d'Azote total par hectare		
Cultures permanentes		
vigne À raisin de cuve	40UN si rendement < 60 qtx	
	90UN si rendement > 60 qtx	
Proteagineux		
Féveroles et vesce	0	
Pois protéagineux	0	
Autres cultures éparses		
cultures légumières (cf. détail) dont haricot	dose plafond/espèce	<i>voir annexe 13</i>
Toute autre culture non listée Dans le présent arrêté	210 kg N /ha	

**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	Cultures d'automne										Cultures de printemps									
		apports de fin d'été (sur colza)		apports d'automne				apports d'automne sans CIPAN				apports d'automne sur CIPAN				apports de printemps					
		Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle - Keq Bilan	incorporation immédiate				
Bovins	Fumier de bovins	5,8	0,20	0,10	0,00	0,00	0,15	0,10	0,15	0,05	0,10	0,15	0,05	0,10	0,15	0,05	0,25	0,3			
		5,3	0,22	0,10	0,02	0,02	0,15	0,10	0,15	0,05	0,20	0,20	0,05	0,20	0,20	0,05	0,30	0,35			
		5,1	0,30	0,20	0,05	0,05	0,2	0,20	0,25	0,05	0,20	0,25	0,05	0,25	0,25	0,15	0,30	0,55			
	Lisier de bovins	1,6	0,35	0,10	0,05	0,05	0,25	0,1	0,15	0,05	0,1	0,15	0,05	0,1	0,15	0,05	0,45	0,65			
		4,5	0,30	0,20	0,3	0,1	0,5	0,20	0,20	0,3	0,20	0,20	0,3	0,20	0,3	0,1	0,4	0,60			
		5,2	0,30	0,20	0,3	0,1	0,5	0,20	0,20	0,3	0,20	0,20	0,3	0,20	0,3	0,1	0,4	0,60			
	Purin de bovins	3,0	0,30	0,20	0,3	0,1	0,5	0,20	0,20	0,3	0,20	0,20	0,3	0,20	0,3	0,1	0,4	0,60			
		1,5	0,35	0,10	0,05	0,05	0,25	0,15	0,15	0,05	0,15	0,15	0,05	0,15	0,15	0,05	0,45	0,70			
		2,4	0,25	0,15	0,13	0,03	0,2	0,15	0,15	0,13	0,03	0,2	0,15	0,15	0,13	0,03	0,2	0,30			
	Fumier de veau	6,3	0,20	0,05	0,11	0,06	0,1	0,05	0,15	0,2	0,05	0,15	0,2	0,05	0,15	0,20	0,20	0,25			
		6,5	0,17	0,05	0,10	0,05	0,1	0,05	0,15	0,2	0,05	0,15	0,2	0,05	0,15	0,20	0,20	0,25			
		3,0	0,25	0,15	0,17	0,02	0,2	0,15	0,15	0,17	0,02	0,2	0,15	0,15	0,17	0,02	0,20	0,3			
Ovins - Caprins	Compost de fumier de veau	7,0	0,20	0,10	0,05	0,05	0,15	0,1	0,15	0,05	0,15	0,1	0,15	0,1	0,15	0,2	0,25				
		11,5	0,25	0,15	0,17	0,02	0,2	0,15	0,15	0,17	0,02	0,2	0,15	0,15	0,17	0,02	0,25				

Effluents d'origine animale (suite) :

Origine	Type de produit	Teneur en azote total (kg N par tonne ou m ³ de produit brut)	Cultures d'automne						Cultures de printemps								
			apports de fin d'été (sur table)			apports d'automne			apports d'automne sans CPAN			apports d'automne sur CPAN			apports de printemps		
			Keq Cycle	Keq Bilan	Keq III	Keq Cycle	Keq III	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq III	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq III	Keq Cycle	Keq Bilan	Keq III
Volailles	Fientes de volailles avec lièvre	25,0	0,55	0,10	0,23	0,12											
	Composé de fientes de volailles avec lièvre	22,0	0,35	0,05	0,14	0,09											
	Composé de fientes de volailles avec lièvre	22,0	0,35	0,05	0,14	0,09											
	Fientes de volailles	40,0	0,55	0,10	0,23	0,12											
	Fientes de volailles 60% de MS	28,0															
	Fientes de volailles	27,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50										
	Fientes de volailles	25,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50										
	Fientes de volailles	21,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50										
	Fientes de volailles	32,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50										
	Fientes de volailles	29,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50										
Volailles	Fientes de volailles	24,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50										
	Fientes de volailles	29,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50										
	Fientes de volailles	22,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50										
	Fientes de volailles	26,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50										
	Fientes de volailles	20,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50										
	Fientes de volailles	19,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50										
	Fientes de volailles	15,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50										
	Fientes de volailles	23,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50										
	Fientes de volailles	30,0	0,55	0,10	0,20	0,1	0,60										
	Fientes de volailles	6,8	0,55	0,10	0,20	0,1	0,60										
Volailles	Fientes de poules ponduses	15,0	0,55	0,10	0,20	0,1	0,60										
	Fientes de poules ponduses	22,0	0,55	0,10	0,20	0,1	0,60										
	Fientes de poules ponduses	30,0	0,55	0,10	0,20	0,1	0,60										
	Fientes de poules ponduses	5,0	0,45	0,20	0,30	0,1	0,50										
	Fientes de poules ponduses	11,0	0,05	0,14	0,09	0,09	0,20										
	Fientes de poules ponduses	7,5	0,50	0,20	0,30	0,1	0,60										
	Fientes de poules ponduses	1,8	0,50	0,20	0,30	0,1	0,60										
	Fientes de poules ponduses																
	Fientes de poules ponduses																
	Fientes de poules ponduses																

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 colza)		apports d'automne		apports de printemps sans incorporation		apports d'automne sans CIPAN		apports d'automne sur CIPAN		apports de printemps sans incorporation		apports de printemps dans les 24h		
		Keq Cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Ri	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Ri	Keq Cycle	Keq Ri	Keq Cycle = Keq Bilan	Keq Cycle = Keq Bilan	Keq Cycle = Keq Bilan
Compost MIATE (avec support carbonaté) de 6 mois et plus	Compost de déchets verts de plus de 6 mois	0,05	0,10	0,10	0,00									0,15		
	Compost de déchets verts de moins de 6 mois			0,05	0,00	0,10								0,10		
Compost urbain	Compost d'ordures ménagères résiduelles (par I.M.S)		0,05	0,05	0,00									0,10		
	Digestats bruts				0,00									0,50	0,90	
Digestats de méthanisation agricole	Fraction liquide après séparation de phase													0,70		
	Fraction sèche après séparation de phase													0,30		
Boues activées	Boues activées liquides IAA (C/N = 4,4)													0,50		
	Boues activées liquides urbaines (C/N = 4,9)													0,50		
	Boues activées liquides (C/N = 4,9)													0,45		
	Égouttes urbaines (C/N = 4,9)													0,45		
	Boues activées (C/N = 5,9) (C/N = 5,9)													0,45		
	Boues activées pâteuses (filtré à bandes) (C/N = 5,2)													0,40		
	Boues activées lins de séchage (C/N = 5,4)													0,40		
	Boues activées lins à rhizophytes (C/N = 5,9)													0,40		
	Boues activées déshydratées chaudes (C/N = 5,3)													0,35		
	Boues activées séchées (C/N = 6,0)													0,35		
Boues digérées	Boues digérées anaérobies liquides IAA (C/N = 6,2)													0,50		
	Boues digérées anaérobies déshydratées (C/N = 3,3)													0,40		
	Boues digérées anaérobies déshydratées chaudes (C/N = 6,0)													0,30		
	Boues digérées anaérobies séchées (C/N = 6,1)													0,30		
	Boues lit bactérien/algues bio liquides (C/N = 7,5)													0,30		
	Boues lit bactérien déshydratées chaudes (C/N = 5)													0,30		
	Boues décauteur digesteur (C/N = 8,1)													0,30		
	Boues décauteur (C/N = 6 à 9)													0,30		
	Boues de curage de lagunes (C/N = 8 à 10)													0,30		
	Boues physico-chimiques déshydratées (C/N = 5,5 à 17)													0,25		
Autres boues	Boues physico-chimiques déshydratées chaudes (C/N = 10 à 13)													0,25		
	stockage de courte durée sur le site de la station (C/N = 14)													0,15		
	Compost de boues (C/N = 11,8)													0,15		
	Matières de vidange (C/N = 11,8)													0,35		
	Boues mixtes papeteries C/N < 15													0,20		
Boues de stations d'épuration de papeterie	Boues mixtes papeteries 15 < C/N < 20													0,10		
	Boues mixtes papeteries 20 < C/N < 35													0,00		
	Boues mixtes papeteries															
	Boues de désencrage 40 < C/N < 70															
Vinasse de betterave concentrée			0,50	0,15	0,20	0,05	0,45						0,10			0,50

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

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

N° de sol	Type de sol	Argile	CaCO3	MO	Cailloux	Rf
	Nom vernaculaire	(%)	(%)	(%)	(%)	
1	Alluvions caillouteuses	20	0	1.5	25	15
2	Alluvions sableuses	10	0	1.5	0	15
3	Alluvions limoneuses à limono argileuses	20	0	1.5	0	30
4	Alluvions argilo-limoneuses à argileuses	35	0	1.7	0	15
5	Alluvions caillouteuses	20	20	1.5	25	15
6	Alluvions sableuses	10	20	1.5	0	40
7	Alluvions limoneuses à limono argileuses	20	20	1.5	0	30
8	Alluvions argilo-limoneuses à argileuses	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 (brunisol)	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	20
22	Ségala (sols acides limono-sableux à limono-argilo-sableux MO faible)	20	0	1.8	20	15

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

Variétés blé tendre	b (kg N /q)
Accroc, Addict, Adhoc, Ambition, Amundsen, Andalou, Aramis, Arlequin, Armada, Atoupic, Aymeric, Belepi, Bermude, Cellule, Diderot, Espart, Expert, Fairplay, Fructidor, Glasgow, Granamax, Hekto, Hybery, Hybiza, Hymack, Hypod, Hyscore, Hystar, Hysun, Hyteck, Hywin, Hyxtra, Ionesco, Istabraq, JB Diego, Kundera, Laurier, Lear, Lyrik, Lythium, Mandragor, Meeting, Memory, Modern, Oakley, Odyssée, Pakito, Parador, Perfector, Pierrot, Prevert, Reciproc, Ronsard, Royssac, Scipion, Scor, Selekt, Sobbel, Sobred, Sokal, Sponsor, Stadium, Starway, Sy Moisson, Tentation, Terroir, Tobak, Torp, Trapez, Trémie, Valdo, Viscount, Zephyr	2.8
Adequat, Aldric, Aligator, Alixan, Altigo, Altria, Amador, Andino, Apache, Aprilio, Arezzo, Aristote, Arkeos, As de cœur, Ascott, Attitude, Aurele, Autan, Bagou, Barok, Basmati, Bastide, Bergamo, Boisseau, Bonifacio, Boregar, Boston, Brentano, Calumet, Campero, Catalan, Celestin, Centenaire, Charger, Chevron, Compil, Cordiale, Descartes, Dialog, Diamento, Dinosor, Epidoc, Ephoros, Equilibre, Euclide, Flaubert, Fluor, Folklor, Forblanc, Galopain, Garantus, Garcia, Goncourt, Grapeli, Haussmann, Hybred, Hyfi, Hyxo, Hyxpress, Illico, Innov, Isengrain, Kalystar, Karillon, Lavoisier, Marcelin, Matheo, Maxwell, Minotor, Nirvana, Nucleo, Orcas, Oregrain, Orvantis, Oxebo, Paledor, Patras, Pepidor, Perceval, Phare, Plainedor, Pr22r20, Pr22r28, Pr22R58, Premio, Razzano, RGT Kilimanjaro, Richepain, Rochfort, Rodrigo, Rosario, Rubisko, Rustic, Sankara, Seyrac, Sirtaki, Sogood, Solehio, Sollario, Solognac, Sweet, Swinggy, Thalys, Toisonдор, Uski, Waximum	3
Accor, Adagio, Aerobic, Allez y, Altamira, Ambello, Amerigo, Athlon, Atlass, Aubusson, Avantage, Azimut, Azzerti, Camp-Rémy, Calabro, Calcio, Calisol, Caphorn, CCB Ingenio, Cézanne, Chevalier, Conexion, Croisade, Exelcior, Exotic, Farandole, Frelon, Galactic, Graindor, Instinct, Interet, Iridium, Isidor, Kalango, Koreli, Lazaro, Limes, Lukullus, Manager, Mendel, Mercato, Miroir, Musik, Nogal, Nuage, Numeric, Oratorio, Paindor, Pueblo, Racine, Recital, Ressor, RGT Venezia, Saint Ex, Samurai, Scenario, Soissons, Solveig, Sophytra, Sorrial, Sy Alteo, Sy Tolbiac, Valodor, Zinal	3.2
Adesso, Amicus, Antonius, Arfort, Courtot, Bagatelle 007, Bologna, Bussard, Energo, Esperia, Figaro, Fiorina, Florence Aurore, Furio, Galibier, Ghayta, Guadalete, Hyno-rista, Lennox, Levis, Logia, Lona, Ludwig, Monopole, Nara, Pireneo, Qualital, Quality, Quebon, Rebelde, Renan, Runal, Saturnus, Sebasto, Segor, Siala, Somme, Stefanus, Tamaro, Tiepolo, 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, Actisur, Atoudur, Biensur, Combo, Dakter, Gibus, Levante, Luminur, Neodur, Orjaune, Pescadou, Plussur, RGT Fabionur, Surmesur, Sy Banco	3.5
Anvergur, Argeles, Byblos, Claudio, Clovis, Cultur, Fabulis, Janeiro, Joyau, Karur, Lloyd, Miradoux, Nautilur, Nemesis, Nefer, Orlu, Pastadou, Provenzal, Qualidou, Sachem, Sy Carma, Sy Cysco	3.7
Alexis, Babylone, Daurur, Floridou, Nobilis, Relief, RGT Musclur, Saragolla, Sculptur, Silur, Tablur	3.9

Tableau 4-a Valeur de N absorbé par unité de rendement du précédent en kg N par q de grain ou par tonne de MS. ⁽¹⁾ Les valeurs des besoins unitaires par variété sont publiées dans l'arrêté complémentaire 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 (22 types de sol réparti en 13 classes).

Alluvions argilo-limoneuses à argileuses / Alluvions limoneuses à limono argileuses
Sols N° 3, 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 Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	34	34	34	34	33	31	29	27	25
	20	46	46	46	43	39	35	32	29	25
	40	62	62	62	53	45	40	35	31	26
	60	77	77	77	65	53	45	39	34	27
	80	93	93	93	79	63	51	43	36	27
	100	109	109	109	97	74	58	47	39	28
	120	125	125	125	119	87	66	52	42	29
	140	140	140	140	145	102	75	57	45	30
	160	156	156	156	177	120	85	63	48	30

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 Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	33	33	33	33	30	28	26	24	22
	20	34	34	34	36	33	30	27	25	22
	40	42	42	42	40	36	32	29	27	22
	60	51	51	51	45	39	34	31	28	22
	80	59	59	59	49	42	37	33	29	22
	100	67	67	67	55	46	40	35	31	22
	120	75	75	75	61	50	43	37	32	22
	140	83	83	83	68	55	46	39	34	22
	160	91	91	91	75	60	49	42	36	22

Boulbène superficielle / Boulbène moyenne
Sols N° 10 et 12

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	35	35	35	35	34	31	30	28	26
	20	38	38	38	40	36	33	31	29	26
	40	46	46	46	44	39	35	32	29	26
	60	54	54	54	49	42	37	33	30	26
	80	62	62	62	54	46	39	34	31	26
	100	70	70	70	60	49	41	36	31	26
	120	78	78	78	66	53	44	37	32	26
	140	87	87	87	73	57	46	38	33	26
160	95	95	95	81	62	49	40	33	26	

Boulbène profonde
Sol N° 11

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	36	36	36	34	31	29	28	26	24
	20	38	38	38	38	34	31	28	26	24
	40	45	45	45	41	36	32	29	26	24
	60	53	53	53	45	39	34	30	27	24
	80	61	61	61	50	41	35	30	27	24
	100	68	68	68	55	44	37	31	27	24
	120	76	76	76	60	47	38	32	27	24
	140	83	83	83	66	51	40	33	27	24
160	91	91	91	73	54	42	34	27	24	

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

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	28	28	28	28	28	27	25	24	21
	20	30	30	30	30	33	30	28	25	22
	40	38	38	38	38	37	33	30	27	23
	60	47	47	47	47	42	37	33	29	24
	80	55	55	55	55	47	40	35	31	26
	100	63	63	63	63	53	45	39	34	27
	120	71	71	71	71	59	49	42	36	28
	140	79	79	79	79	67	55	46	39	29
160	88	88	88	88	75	60	50	42	31	

Boulbène caillouteuse superficielle / Alluvions caillouteuses
Sols N° 9, 1et 22

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	32	29	28	26	25	24	24	23	22
	20	34	33	30	27	26	24	24	23	22
	40	42	36	32	29	26	24	24	23	22
	60	51	40	34	30	26	24	24	23	22
	80	59	45	37	31	27	24	24	23	22
	100	68	50	39	32	27	24	24	23	22
	120	76	56	42	34	28	24	24	23	22
	140	84	62	45	35	28	24	24	23	22
160	93	69	49	37	29	24	24	23	22	

Alluvions sableuses / Alluvions sableuses
Sols N° 2 et 6

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	35	30	28	27	26	25	24	23	22
	20	33	33	30	28	26	25	24	23	22
	40	41	38	33	29	27	25	24	23	22
	60	49	42	36	31	27	25	24	23	22
	80	57	47	38	32	28	25	24	23	22
	100	64	53	42	34	29	25	24	23	22
	120	72	60	45	36	30	25	24	23	22
	140	80	67	49	38	30	25	24	23	22
160	88	75	53	39	31	25	24	23	22	

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	600
APL = azote Potentiellem ent Lixivable (en kg/ha)	0	35	35	33	31	30	29	28	26	24
	20	43	43	36	33	31	29	28	26	24
	40	51	51	39	35	32	30	28	26	24
	60	60	60	43	38	33	30	28	26	24
	80	68	68	48	40	35	31	28	26	24
	100	77	77	52	43	36	31	28	26	24
	120	85	85	57	46	38	32	28	26	24
	140	93	93	63	49	39	32	28	26	24
160	102	102	69	52	41	33	28	26	24	

Argilo-calcaire profond
Sol N° 14

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	28	28	28	28	27	26	25	24	23
	20	29	29	29	29	30	28	27	26	24
	40	38	38	38	38	33	31	29	27	24
	60	46	46	46	46	37	34	31	28	25
	80	54	54	54	54	42	37	33	30	25
	100	63	63	63	63	46	40	35	31	26
	120	71	71	71	71	52	44	38	33	26
	140	79	79	79	79	58	48	41	35	27
	160	87	87	87	87	65	52	43	37	28

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

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	28	28	28	28	28	27	26	25	24
	20	29	29	29	29	31	29	28	27	25
	40	38	38	38	38	35	32	30	28	26
	60	46	46	46	46	39	35	32	30	26
	80	54	54	54	54	44	39	35	32	27
	100	63	63	63	63	49	43	38	34	28
	120	71	71	71	71	55	47	41	36	29
	140	79	79	79	79	62	51	44	38	30
	160	88	88	88	88	69	56	47	40	30

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

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	22	22	22	22	22	22	22	21	20
	20	25	25	25	25	27	26	24	23	21
	40	33	33	33	33	31	29	26	25	22
	60	41	41	41	41	36	32	29	26	22
	80	49	49	49	49	41	36	32	28	23
	100	57	57	57	57	47	40	35	30	24
	120	65	65	65	65	54	45	38	32	25
	140	73	73	73	73	62	50	41	35	26
	160	82	82	82	82	72	56	45	37	27

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

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	26	26	26	26	26	25	24	23	22
	20	28	28	28	28	29	27	26	25	23
	40	36	36	36	36	33	30	28	26	23
	60	44	44	44	44	37	33	30	28	24
	80	52	52	52	52	41	36	32	29	25
	100	60	60	60	60	46	40	35	31	25
	120	69	69	69	69	51	43	37	33	26
	140	77	77	77	77	58	48	40	35	27
160	85	85	85	85	65	52	43	37	27	

Sols de Causses
Sol N° 18

Ri + Pi (càp)		Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	23	23	21	20	19	19	18	18	17
	20	21	26	23	21	20	19	18	18	17
	40	30	30	26	23	20	19	18	18	17
	60	39	34	28	24	21	19	18	18	17
	80	48	39	31	25	21	19	18	18	17
	100	57	45	33	26	21	19	18	18	17
	120	66	51	36	28	22	19	18	18	17
	140	75	58	40	29	22	19	18	18	17
	160	84	67	43	31	23	19	18	18	17

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

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

Sols N° 3 et 4

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	45	45	45	45	42	40	36	31	25
	20	60	60	60	53	48	43	37	31	25
	40	76	76	76	62	54	47	38	31	25
	60	92	92	92	73	61	52	39	31	25
	80	107	107	107	86	69	56	40	31	25
	100	123	123	123	102	78	62	41	31	25
	120	138	138	138	120	88	67	42	31	25
	140	154	154	154	142	100	73	43	31	25
	160	170	170	170	167	113	80	44	31	25

Argilo-calcaïque

Sol N° 16

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	41	40	38	36	35	33	30	28	25
	20	62	56	52	47	43	39	32	28	25
	40	82	73	65	58	51	45	34	28	25
	60	102	90	79	68	59	50	36	28	25
	80	123	107	93	79	67	56	38	28	25
	100	143	124	106	90	75	62	40	28	25
	120	164	141	120	101	83	68	41	28	25
	140	184	158	134	111	91	73	43	28	25
	160	204	175	147	122	99	79	45	28	25

Boulbène superficielle / Boulbène moyenne

Sols N° 10 et 12

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	46	46	46	44	41	39	35	29	25
	20	62	62	62	51	46	41	35	29	25
	40	79	79	79	59	51	44	35	29	25
	60	96	96	96	68	56	47	36	29	25
	80	112	112	112	78	62	51	36	29	25
	100	129	129	129	90	69	54	36	29	25
	120	146	146	146	103	76	58	36	29	25
	140	162	162	162	119	84	62	37	29	25
	160	179	179	179	137	93	67	37	29	25

Boulbène profonde**Sol N° 11**

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	44	42	41	40	38	36	32	25	21
	20	60	56	51	47	43	39	32	25	21
	40	77	69	61	54	48	42	32	25	21
	60	94	82	71	61	52	45	32	25	21
	80	110	95	81	68	57	47	32	25	21
	100	127	108	91	75	62	50	32	25	21
	120	144	121	101	83	67	53	32	25	21
	140	160	134	111	90	72	56	32	25	21
	160	177	147	121	97	76	59	32	25	21

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

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	34	34	34	34	34	32	29	27	25
	20	47	47	47	47	42	39	33	29	26
	40	65	65	65	65	53	47	38	31	27
	60	82	82	82	82	66	57	43	34	28
	80	99	99	99	99	83	68	49	37	29
	100	116	116	116	116	104	83	56	40	30
	120	133	133	133	133	130	100	64	44	31
	140	150	150	150	150	163	121	73	47	33
	160	167	167	167	167	204	147	83	51	34

Boulbène caillouteuse superficielle / Alluvions caillouteuses**Sols N° 9, 1 et 22**

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	39	34	30	27	24	22	19	17	15
	20	47	38	32	28	24	22	19	17	15
	40	56	44	35	29	25	22	19	17	15
	60	68	50	38	31	25	22	19	17	15
	80	82	57	42	32	26	22	19	17	15
	100	98	65	46	34	26	22	19	17	15
	120	118	74	50	36	26	22	19	17	15
	140	142	85	55	37	27	22	19	17	15
	160	171	97	60	39	27	22	19	17	15

Alluvions sableuses / Alluvions sableuses

Sols N° 2 et 6

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	38	34	31	28	26	25	22	20	19
	20	45	39	34	30	27	25	22	20	19
	40	55	45	37	32	28	25	22	20	19
	60	67	51	41	34	29	25	22	20	19
	80	81	59	45	36	29	25	22	20	19
	100	98	68	50	38	30	25	22	20	19
	120	119	78	55	40	31	25	22	20	19
	140	144	90	61	43	32	25	22	20	19
	160	175	104	67	46	32	25	22	20	19

Ségala

Sol N° 19

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	54	47	41	37	34	31	27	22	18
	20	63	53	45	40	35	32	27	22	18
	40	73	59	50	43	37	33	27	22	18
	60	85	67	55	46	39	34	27	22	18
	80	99	76	60	49	41	35	27	22	18
	100	116	85	66	52	43	36	27	22	18
	120	134	96	72	56	45	37	27	22	18
	140	156	108	79	60	48	38	27	22	18
	160	182	122	87	65	50	40	27	22	18

Argilo-calcaire profond

Sol N° 14

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	32	32	32	31	30	28	24	21	19
	20	49	49	49	41	36	32	26	22	19
	40	66	66	66	51	43	37	28	23	19
	60	83	83	83	63	51	43	31	24	19
	80	100	100	100	78	61	49	34	25	19
	100	117	117	117	96	73	57	37	26	19
	120	134	134	134	119	87	66	41	27	19
	140	151	151	151	148	104	76	45	28	19
	160	168	168	168	183	125	88	49	30	19

Argilo-calcaire superficiel / Alluvions caillouteuses

Sols N° 13 et 5

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	31	31	31	31	30	27	23	21	18
	20	48	48	48	48	37	32	26	22	18
	40	65	65	65	65	45	38	29	23	18
	60	82	82	82	82	56	45	32	24	18
	80	98	98	98	98	69	54	35	25	18
	100	115	115	115	115	84	64	39	26	18
	120	132	132	132	132	104	76	44	27	18
	140	148	148	148	148	128	90	48	29	18
	160	165	165	165	165	157	106	54	30	18

Argilo-calcaire moyen / Argilo-calcaire à cailloux

Sols N° 15 et 20

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	30	30	30	30	27	25	21	19	17
	20	45	45	45	35	30	27	21	19	17
	40	61	61	61	41	34	28	21	19	17
	60	77	77	77	48	37	30	21	19	17
	80	93	93	93	56	42	32	21	19	17
	100	109	109	109	65	47	34	21	19	17
	120	125	125	125	76	52	37	20	19	17
	140	140	140	140	89	58	39	20	19	17
	160	156	156	156	104	64	42	20	19	17

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

Sols N° 7 et 8

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	28	28	28	28	28	26	23	21	19
	20	45	45	45	38	34	30	25	21	19
	40	62	62	62	48	41	35	27	21	19
	60	79	79	79	60	49	41	30	21	19
	80	95	95	95	76	59	47	32	21	19
	100	112	112	112	95	71	55	35	21	19
	120	129	129	129	119	86	64	38	21	19
	140	146	146	146	149	103	74	42	21	19
	160	163	163	163	187	124	86	45	21	19

Sols de Causses
Sol N° 18

Ri (Cultures d'été)		Cumul de pluie entre le 1/10 et le 1/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
APL = azote Potentiellement Lixivable (en kg/ha)	0	20	20	19	19	19	18	18	18	17
	20	26	24	22	19	19	18	18	18	17
	40	34	28	24	19	19	18	18	18	17
	60	45	34	27	19	19	18	18	18	17
	80	59	41	31	19	19	18	18	18	17
	100	77	50	34	19	19	18	18	18	17
	120	101	60	39	19	19	18	18	18	17
	140	132	72	43	19	19	18	18	18	17
	160	173	87	49	19	19	18	18	18	17

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

Type de sol	% Argile	% CaCO3	% 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 (brunisol)	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).

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

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

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

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

Période quinquennale 2010-2014 / Source : AGRESTE - SAA
Rendement moyen en Quintal/ha

GRANDES CULTURES

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

LEGUMES

Culture	Ariège	Aveyron	Haute-Garonne	Gers	Lot	Hautes-Pyrénées	Tarn	Tarn-et-Garonne
Artichauts			72	39				57
Asperges en production	41	26	59	41	43		55	66
Céleris branches			380				300	250
Choux-fleurs	126	117	186	136	93	132	156	146
Choux brocolis à jets	P		159	15		107		80
Epinards	82	99	86	148	107	190	91	143
Poireaux	260	240	250	220	200	250	300	160
Laitues	140	164	384	430	244	160	226	242
Chicorées frisées	95	141	273	180		207	169	264

Chicorées scaroles	94	122	283	188	P	188	169	263
Cresson			160					
Mâche	73	96	86			91	91	54
Autres salades	22	32	33	32	24	32	32	42
Bettes et cardes	182		216	315		218		273
Persil			82					159
Fraises	106	72	116	97	158	111	97	118
dont fraises sous serres					154			115
Aubergines	147		213	249		147	147	163
Concombres	726		1252	782		P	449	997
dont concombres sous serres			1252	P				2082
Courgettes	250	167	294	331	298	200	190	177
Melons	176		181	177	183		178	179
dont melons sous serres								189
Poivrons et piments	200		190	250	238		140	150
Potirons, courges, citrouilles, giraumon	283		317	340	300	430	340	178
Tomates	516	275	555	432	270	281	278	806
dont tomates sous serres			800	800	300		350	1200
Ail (en vert)				93			97	95
Ail (en sec)			75	72	57		54	71
Carottes	223	267	240	223	365	P	210	159
Céleris raves			187				141	147
Echalotes			71	98			62	80
Navets potagers			109	123		197	197	197
Oignons blancs	120		160	120	235	120	120	100
Oignons de couleur	217	287	227	163	197	255	253	114
Radis	140		90	200	100	150	120	100
Salsifis et scorsonères			P					
Petits pois (grain)		P	42	66		P	P	60
Haricots à écosser et demi-secs (grain)	50		53	38		40	45	22
Haricots verts (y c. haricots beurre)	77	77	78	129	100	121	62	112
Haricots secs (y compris semences)	16		14	20		10	12	15
Lentilles (y compris semences)	11	12	13	11	11	P	10	11
Pois secs (pois de casserie) (y compris semences)	16	35	17	17	13	14	16	

FRUITS-VIGNES

Culture	Ariège	Aveyron	Haute-Garonne	Gers	Lot	Hautes-Pyrénées	Tarn	Tarn-et-Garonne
Abricots					56		0	52
Bigarreaux		46	43	41	44		46	46
Cerises		44	43	41	44		45	46
Pêches			122	116	97		101	150
Nectarines et brugnons			107	119	104		99	150
Total pavies, pêches, nectarines et brugnons			118	117	99		100	145
Prunes à pruneaux				83	60			99
Mirabelles		45						49
Reines-claude					98			108
Autres prunes			P		182			211
Prunes		45	P	85	86			152
Jules Guyot								
William's	152		158				156	200
Poirs d'été (ensemble)	152		158				156	190
Poirs d'automne	97		93				102	121
Poirs d'hiver								133
Poirs de table	123		128				126	156
Pommes Golden	482	481	478	481	480	481	483	579
Granny Smith			448		453		4440	554
Autres pommes	382	394	393	383	387	393	416	505
Pommes de table	394	408	408	401	428	400	434	524

Amandes					16			13
Châtaignes		17			16	18	14	26
Noix	14	14		14	16	14	14	14
Noisettes	20		11	19	31	15	11	27
Actinidia (Kivi)	150		205	155			154	205
Cassis et myrtilles								
Framboises	27				38			
Groseilles								
Vignes à raisin de table		33	57	64	88	52	54	95
Vignes à raisin de cuve	23	29	62	104	58	38	75	63

CULTURES FOURRAGERES - INDUSTRIE-PRAIRES

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

