

ANNEXES DU REFERENTIEL REGIONAL DE MISE EN OEUVRE DE L'EQUILIBRE DE LA FERTILISATION AZOTEE « ANNEXES GREN »

DANS LES DEPARTEMENTS 24, 33, 40, 47 et 64

version consolidée, octobre 2016

Arrêté du 23 décembre 2015 établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Aquitaine

modifié par l'arrêté du 3 octobre 2016 du Préfet de la région Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes portant modification de l'arrêté du 23 décembre 2015 établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée pour la région Aquitaine

NB : entrée en vigueur de cette version consolidée le lendemain de la publication de l'arrêté du 3 octobre 2016 susvisé, c'est-à-dire le 4 octobre 2016.

Note : seules les publications au recueil régional des actes administratifs ont une valeur juridique .

SOMMAIRE

1.ANNEXE 1 : RECAPITULATIF DES METHODES DE CALCUL DE LA DOSE PREVISIONNELLE A UTILISER POUR CHACUNE DES CULTURES DES ZONES VULNERABLES DANS LES DEPARTEMENTS 24, 33, 40, 47 Et 64.....	3
2.ANNEXE 2 : CULTURES POUR LESQUELLES UNE ECRITURE OPERATIONNELLE DE LA METHODE DU BILAN AZOTE EST DISPONIBLE ET PARAMETREE.....	4
2.1.LES CEREALES A PAILLE.....	5
2.1.1 Équation retenue.....	5
2.1.2 Références des postes.....	5
2.2.LE MAÏS ET LE SORGHO.....	15
2.2.1 Équation retenue.....	15
2.2.2 Références des postes.....	15
2.3.LE TABAC.....	27
2.3.1 Équation retenue.....	27
2.3.2 Références des postes.....	27
2.4.LE COLZA D'HIVER.....	38
2.4.1 Équation retenue.....	38
2.4.2 Références des postes.....	38
2.5.LES PRAIRIES.....	43
2.5.1 Équation retenue.....	43
2.5.2 Références des postes.....	43
3.ANNEXE 3 : CULTURES POUR LESQUELLES UNE ECRITURE OPERATIONNELLE DE LA METHODE DE LA DOSE PIVOT EST DISPONIBLE ET PARAMETREE.....	47
3.1.LES NOYERS.....	48
3.1.1 Mode de calcul de la dose pivot.....	48

3.1.2 Références des postes.....	48
3.2.LE TOURNESOL.....	50
3.2.1 Mode de calcul de la dose pivot.....	50
3.2.2 Références des postes.....	50
3.3.LE SOJA.....	52
3.3.1 Cas général : pas de fertilisation azotée.....	52
3.3.2 Cas particulier : échec de nodulation.....	52
3.4.LE KIWI.....	53
3.4.1 Mode de calcul de la dose pivot.....	53
3.4.2 Références des postes.....	53
4.ANNEXE 4 : CULTURES POUR LESQUELLES UNE DOSE TOTALE D'AZOTE PREVISIONNELLE EST PLAFONNEE PAR HECTARE.....	55
4.1.LES LEGUMINEUSES.....	56
4.2.L'ARBORICULTURE ET LA VIGNE.....	57
4.3.LES LEGUMES DE PLEIN CHAMP ET LES CULTURES MARAICHIERES.....	58
4.4.LES CULTURES PORTE GRAINES A PLAFOND.....	60
4.5.AUTRES CULTURES.....	61
5.ANNEXE 5 : CALCUL DE LA FERTILISATION AZOTEE ORGANIQUE.....	62
6.ANNEXE 6 : PRECONISATIONS POUR REALISER DES CAMPAGNES DE MESURES DU RELIQUAT SORTIE HIVER (RSH).....	68
7.ANNEXE 7 : DESCRIPTION DES SOLS DANS LES DEPARTEMENTS 24, 33, 40, 47 Et 64.....	70
8.ANNEXE 8 : EVITER OU REDUIRE LA PERTE AMMONIACALE PAR DES PRATIQUES ADAPTEES.....	72

1. ANNEXE 1 : RECAPITULATIF DES METHODES DE CALCUL DE LA DOSE PREVISIONNELLE A UTILISER POUR CHACUNE DES CULTURES DES ZONES VULNERABLES DANS LES DEPARTEMENTS 24, 33, 40, 47 et 64

Cultures	Méthode	Annexe de référence
Céréales à paille	Bilan	2.1
Maïs et Sorgho	Bilan	2.2
Tabac	Bilan	2.3
Colza	Bilan	2.4
Prairies	Bilan	2.5
Noyers	Pivot	3.1
Tournesol	Pivot	3.2
Soja	Pivot	3.3
Kiwi	Pivot	3.4
Légumineuses	Plafond	4.1
Arboriculture et vigne	Plafond	4.2
Légumes de plein champ et cultures maraîchères	Plafond	4.3
Cultures porte-graines à plafond	Plafond	4.4
Autres cultures	Plafond	4.5

2. ANNEXE 2 : CULTURES POUR LESQUELLES UNE ECRITURE OPERATIONNELLE DE LA METHODE DU BILAN AZOTE EST DISPONIBLE ET PARAMETREE

Le raisonnement de la fertilisation azotée est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports en azote : fournitures par le sol (reliquats du précédent, minéralisation de l'humus, minéralisation des résidus), apports organiques, engrais minéraux.

La dose totale d'azote minéral à apporter à la culture est calculée comme suit :

Dose d'engrais minéral à apporter = besoins de la culture – fournitures du sol – apports organiques

2.1. LES CEREALES A PAILLE

Le raisonnement de la fertilisation azotée est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports en azote : fournitures par le sol (reliquats du précédent, minéralisation de l'humus, minéralisation des résidus), apports organiques, engrais minéraux.

La dose totale d'azote minéral à apporter à la culture est calculée comme suit :

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

2.1.1 Équation retenue

L'écriture opérationnelle retenue est :

$$X = \frac{(Pf + Rf) - (Ri + Pi + Mh + Mhp + Mr + MrCi + Nirr)}{CAU} - Xa$$

Tableau 1 : Postes de l'équation pour le calcul de la fertilisation azotée

X	Fertilisation azotée minérale	Dose totale d'azote minéral à apporter
Pf	Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan	Besoins en azote de la culture
Rf	Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan (non extractible par la culture)	
Ri	Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (reliquat en sortie hiver)	Fournitures du sol
Pi	Quantité d'azote absorbé par la culture 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 des résidus de récolte du précédent	
MrCi	Minéralisation nette des résidus de cultures intermédiaires	
Nirr	Azote apporté par l'eau d'irrigation	Apports autres que engrais minéral
Xa	Equivalent engrais minéral d'un produit organique	
CAU	Coefficient Apparent d'Utilisation	Efficacité de l'engrais

2.1.2 Références des postes

a) Besoins en azote de la culture

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

$$Pf = b \times y$$

où **b** = Besoin en azote de la céréale par unité de production (quintal) (tableau 2)

y = Objectif de rendement

Tableau 2: Besoins en azote des cultures pour produire 1 quintal de grain (b) – Source ARVALIS

Type de céréale	Valeurs par défaut de b = Besoin N (kg / q)
Triticale	2,6
Seigle	2,3
Orge	2,5
Avoine	2,2
Blé tendre d'hiver	3 (variable selon variété)
Blé dur	3,7 (variable selon variété)
Blé tendre améliorant	3,5 (variable selon variété)

Pour les blés, le GREN recommande d'utiliser les valeurs de b par variété. Les références sont remises à jour annuellement par ARVALIS pour les nouvelles variétés inscrites. Ces informations sont disponibles à partir du mois de février sur le site internet de la DREAL.

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

Lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes pour effectuer le calcul, peuvent être utilisées :

- des valeurs propres aux conditions locales de la culture auprès des Chambres d'Agriculture,
- à défaut, les valeurs suivantes: objectifs de rendement départementaux (100 kg/ha)

Tableau 3 : Rendements moyens par département (2010-2014). Source SCEES

	DORDOGNE	GIRONDE	LANDES	LOT-ET-GARONNE	PYRENEES-ATLANTIQUES
Blé tendre	54	54	55	61	56
Blé dur	50	50	50	55	51
Seigle et méteil	41	41	42	46	44
Orge et escourgeon d'hiver	52	49	55	57	54
Orge et escourgeon de printemps	50	48	52	56	54
Avoine	43	42	42	45	41
Triticale	51	49	52	53	51
Autres céréales et mélanges de céréales	49	48	49	49	49

♦ **Rf : Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan (non extractible par la culture)**

Ce paramètre Rf correspond à la quantité d'azote présente dans le sol à la récolte que les racines ne sont pas capables d'extraire. Il doit être pris en compte dans les besoins de la culture. Dans le tableau suivant les valeurs de Rf sont indiquées pour les différents types de sol présents dans les départements 24, 33, 40, 47, et 64 (cf ANNEXE 7: description des sols dans les départements 24, 33, 40, 47, et 64).

Tableau 4: Quantité d'azote non extractible par la culture (Rf)

Type de sol	Rf (kgN/ha)
Alluvions limoneuses à argilo-limoneuses	30
Alluvions sableuses et caillouteuses	30
Argiles (terreforts, palus)	40
Argilo calcaire moyen à superficiel	30
Argilo calcaire profond	40
Boulbène moyenne à superficielle	15
Boulbène profonde	20
Sables blancs	10
Sables limoneux	15
Sables noirs	10
Sols de marais	30
Touyas, terres noires	30

b) Fournitures en azote du sol

♦ **(Ri + Pi) à l'ouverture du bilan (1^{er} mars)**

où - Ri est le reliquat d'azote disponible dans le sol en sortie d'hiver.
- Pi est la quantité d'azote déjà absorbé par la culture à l'ouverture du bilan.

Deux solutions sont possibles pour renseigner ce poste :

- 1) Mesure du reliquat azoté en sortie d'hiver (Ri) au moyen d'une analyse de sol sur au moins 2 horizons (0-30 et 0-60cm). Le paramètre Pi est alors estimé en fonction du nombre de talles de la culture (tableau 5).

Tableau 5: Quantité d'azote absorbée par les céréales d'hiver à l'ouverture du bilan

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

5 kg d'N par talle supplémentaire en cas de forte biomasse, la valeur est plafonnée à 50 kg d'N/ha

- 2) Estimation des valeurs du poste (Ri + Pi) grâce à un modèle agro-météorologique pour les différents types de sol présents dans les départements 24, 33, 40, 47 et 64. Le calcul se fait en deux étapes :

- 2.1) Estimation de la quantité d'Azote Potentiellement Lixivable à l'entrée de l'hiver (APL).
3 cas sont distingués en fonction du type de précédent
- Cas n°1 : précédent autre que prairie et légumineuses (ex : céréales, maïs, sorgho, tabac et oléagineux...)
 - Cas n°2 : précédent légumineuse
 - Cas n°3 : précédent prairie ou jachère

Pour les précédents non décrits (notamment les précédents légumes) pour lesquels l'agriculteur ne dispose pas de mesure de reliquat il est possible d'utiliser des références locales annuelles issues de réseaux de parcelles analysées. Ces références peuvent être d'accès publics ou privés. La valeur de Ri retenue doit correspondre à une situation comparable (localisation, type de sols, historique de fertilisation organique, itinéraire technique). L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant de l'origine de la valeur retenue.

2.2) Estimation de la valeur de (Ri+Pi) à partir de la quantité d'Azote Potentiellement Lixivable à l'entrée de l'hiver (APL) et de la pluviométrie hivernale (cf tableau 11)

2.1) Première étape du calcul: estimer l'APL (Azote Potentiellement Lixivable)

CAS 1- Estimation de l'Azote Potentiellement Lixivable (APL) pour un précédent autre que prairie et légumineuses (ex : céréales, maïs, sorgho, tabac et oléagineux...)

$$\text{APL} = \text{Bilan azoté précédent} \times \text{coef RPR} + \text{Xa}_{\text{apporté avant ouverture}}$$

$$= [(\text{Valeur A} + \text{X}_{\text{Précédent}} + \text{Xa}_{\text{Précédent}} + \text{Mhp}_{\text{Précédent}} + \text{MrCl}_{\text{Précédent}}) - \text{Pf}_{\text{Précédent}}] \times \text{coef RPR} + \text{Xa}_{\text{apporté avant ouverture}}$$

Tableau 6 : Postes de l'équation pour le calcul de l'APL

APL	Azote Potentiellement Lixivable ; soit la quantité d'azote minéral présent dans le sol avant lixiviation		
Valeur A ¹	Azote fourni à la culture précédente par la minéralisation	Tab. 7	Bilan azoté du précédent
X_{Précédent}	Fertilisation azotée minérale apportée au précédent		
Xa_{Précédent} ²	Équivalent engrais minéral d'un produit organique apporté au précédent		
Mhp_{Précédent}	Effet d'un retournement de prairie avant le précédent	Tab. 13	
MrCl_{Précédent}	Minéralisation nette de la culture intermédiaire avant le précédent	Tab. 15	
Pf_{Précédent} ³	Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan		
Coef RPR	Coefficients de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente	Tab. 8	
Xa avant ouverture ⁴	Équivalent engrais minéral d'un produit organique apporté avant l'ouverture du bilan		

¹ Valeur A

Elle représente la quantité d'azote minéralisé par le sol pendant l'année précédente. Elle dépend des conditions climatiques.

La valeur A est fournie annuellement par ARVALIS Institut du Végétal. Elle est disponible sur le site internet de la DREAL chaque début d'année.

A défaut les valeurs indicatives suivantes peuvent être utilisées en fonction des conditions climatiques de l'année précédente :

Tableau 7 : Valeurs A pour le Sud-Ouest

Conditions climatiques l'année précédente	Valeur du A
Forte minéralisation (climat chaud et humide)	160 unités / ha
Minéralisation moyenne (année normale)	120 unités / ha
Faible minéralisation (climat froid et sec)	70 unités / ha

Le GREN recommande d'utiliser la valeur annuelle du A d'ARVALIS Institut du Végétal dès sa publication.

² **Xa_{Précédent}** = Quantité de produit organique apportée au précédent (t ou m³ /ha) x teneur en N (kg N /t ou m³) x keq_{cycle}

où keq_{cycle} est le coefficient d'équivalence azote minéral sur le cycle de la culture (cf ANNEXE 5)

³ $Pf_{\text{Précédent}}$ = Rendement réalisé par le précédent x Besoin N unitaire du précédent

Les valeurs des besoins unitaires en azote du précédent sont données dans le tableau 8 .

⁴ $Xa_{\text{avant ouverture}}$ = Quantité de produit organique apportée avant l'ouverture du bilan (t ou m³ /ha) x teneur en N (kg N /t ou m³) x keq Ri

où keq Ri est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique avant ouverture du bilan ; soit un apport d'automne ou de fin d'été (cf ANNEXE 5).

Tableau 8: Valeurs de références pour différents types de précédents

- Valeur de N absorbé par unité de rendement du précédent en kg N par q de grain ou par tonne de MS (bp)
- Coefficient de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente (Coef RPR)

Précédent	Besoin N unitaire du précédent bp (kg N / q ou t)	Coefficient de correction Coef RPR
Avoine pailles enlevées	2.5	0.27
Avoine pailles restituées	2.5 + 0.3	0.27
Blé tendre pailles enlevées	3 ⁽¹⁾	0.27
Blé tendre pailles restitués	3 ⁽¹⁾ + 0.3	0.27
Blé dur pailles enlevées	3.5 ⁽¹⁾	0.27
Blé dur pailles restitués	3.5 ⁽¹⁾ + 0.3	0.27
Colza	7	0.4
Maïs doux épis + spathes	12 ⁽²⁾	0.48
Maïs doux épis dénouillés	10 ⁽²⁾	0.48
Maïs fourrage	13 ⁽²⁾	0.48
Maïs grain	2.2 ⁽²⁾	0.48
Maïs semence	5.7	0.48
Orge pailles enlevées	2.5	0.27
Orge pailles restituées	2.5 + 0.3	0.27
Seigle pailles enlevées	2.3	0.27
Seigle pailles restitués	2.3 + 0.3	0.27
Sorgho ensilage	13	0.48
Sorgho grain	2.8	0.48
Tournesol	4	0.4
Triticale pailles enlevées	2.6	0.27
Triticale pailles restitués	2.6 + 0.3	0.27
Autres cultures	Voir fiches cultures	0.4

(1) Les valeurs des besoins unitaires par variété sont publiées sur le site internet de la DREAL à compter de février.

(2) Les valeurs des besoins unitaires pour le maïs et le sorgho varient selon le potentiel de rendement. La valeur indiquée dans le tableau est une valeur moyenne. Les valeurs détaillées sont dans la fiche culture correspondante.

CAS 2 - Estimation de l'Azote Potentiellement Lixivable (APL) pour un précédent légumineuse

APL = Reliquat avant lixiviation + $Xa_{\text{avant ouverture}}$

Tableau 9 : Reliquat avant lixiviation dans le cas d'un précédent légumineuse

	Reliquat avant lixiviation en Kg N /ha
Pois	30 + 0,5 x Valeur A
Féverole, Lupin	20 + 0,4 x Valeur A
Soja	20 + 0,3 x Valeur A

Références des paramètres A et $Xa_{\text{avant ouverture}}$ de l'équation : cf cas N°1.

CAS 3 - Estimation de l'Azote Potentiellement Lixivable (APL) pour un précédent prairie ou jachère

APL = Reliquat avant lixiviation + X_a avant ouverture

Tableau 10 : Reliquat avant lixiviation dans le cas d'un précédent prairie

		Reliquat avant lixiviation en Kg N /ha				
		Prairie de 1 à 2 ans	Prairie de 3 à 6 ans	Prairie de plus de 6 ans	Jachère annuelle	Jachère pluriannuelle
Graminées pures	Pâture intégrale	$25 + 0.3 \times A$	$75 + 0.3 \times A$	$100 + 0.3 \times A$	$10 + 0.4 \times A$	$20 + 0.4 \times A$
	Fauche + pâture	$17.5 + 0.3 \times A$	$52.5 + 0.3 \times A$	$70 + 0.3 \times A$	$10 + 0.4 \times A$	$20 + 0.4 \times A$
	Fauche intégrale	$10 + 0.3 \times A$	$30 + 0.3 \times A$	$40 + 0.3 \times A$	$10 + 0.4 \times A$	$20 + 0.4 \times A$
Association Graminées-légumineuses	/	$25 + 0.3 \times A$	$75 + 0.3 \times A$	$100 + 0.3 \times A$	$20 + 0.4 \times A$	$20 + 0.4 \times A$

Références des paramètres A et X_a avant ouverture de l'équation : cf cas N°1.

2.2) Deuxième étape du calcul: Estimer la valeur de (Ri+Pi) à partir de la quantité d'Azote Potentiellement Lixivable à l'entrée de l'hiver (APL) et de la pluviométrie hivernale

Le tableau 11 indique les valeurs de (Ri+Pi) pour les différents types de sol présents dans les départements 24, 33, 40, 47 et 64, en fonction de:

- l'Azote Potentiellement Lixivable (APL) : cf 2.1
- le cumul de pluviométrie entre le 1er octobre et le 1^{er} mars

Tableau 11: Valeurs de Ri+Pi par type de sol en fonction de l'Azote Potentiellement Lixivable (APL) et de la pluviométrie– Source ARVALIS Institut du Végétal.

Type de sol	APL en kg N/ha	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
Alluvions limoneuses à argilo-limoneuses	0	40	39	38	36	34	33	32	32	32
	20	54	52	49	43	38	34	33	32	32
	40	68	65	59	50	42	36	33	32	32
	60	83	79	70	57	45	38	34	33	32
	80	97	92	81	65	49	39	35	33	32
	100	111	105	91	72	53	41	35	33	32
Alluvions sableuses et caillouteuses	0	24	24	24	23	23	23	23	23	23
	20	37	36	33	29	26	24	23	23	23
	40	51	48	42	34	28	25	24	23	23
	60	65	60	51	40	31	26	24	23	23
	80	78	72	60	45	33	27	24	24	23
	100	92	84	70	51	36	28	25	24	23
Argiles (terreforts, palus)	0	22	22	22	22	22	22	21	21	21
	20	37	36	34	32	28	25	23	22	22
	40	52	50	47	41	35	29	25	23	22
	60	67	64	59	51	41	33	27	24	22
	80	82	78	71	61	48	37	29	25	22
	100	97	92	84	70	54	41	31	26	22
Argilo calcaire moyen à superficiel	0	26	25	24	22	20	18	15	13	11
	20	43	42	40	36	31	26	20	16	12
	40	61	59	55	50	42	34	26	20	13
	60	78	75	71	63	53	42	31	23	14
	80	96	92	86	77	64	49	36	26	15
	100	113	109	102	90	75	57	41	29	16

Type de sol	APL en kg N/ha	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/03 (en mm)								
		150	200	250	300	350	400	450	500	600
Argilo calcaire profond	0	30	30	29	29	28	27	27	27	26
	20	45	44	42	40	37	33	30	28	27
	40	59	58	55	51	45	39	33	30	27
	60	74	72	68	62	53	44	37	32	27
	80	89	86	82	73	62	50	40	33	28
	100	104	101	95	84	70	55	43	35	28
Boulbène moyenne à superficielle	0	26	25	24	22	19	16	14	13	11
	20	44	42	39	35	29	23	18	15	12
	40	62	60	55	48	38	29	22	17	12
	60	80	77	70	61	48	35	25	19	13
	80	98	94	86	74	58	42	29	21	13
	100	116	111	101	87	68	48	33	23	14
Boulbène profonde	0	41	41	40	38	36	34	33	32	32
	20	56	55	52	47	41	36	34	33	32
	40	71	69	65	57	47	39	35	33	32
	60	86	84	78	66	52	42	36	34	32
	80	101	98	90	76	58	44	37	34	32
	100	116	112	103	85	64	47	38	34	32
Sables blancs	0	50	40	22	17	16	16	16	16	16
	20	64	49	24	17	16	16	16	16	16
	40	77	59	27	17	16	16	16	16	16
	60	91	68	29	17	16	16	16	16	16
	80	105	77	31	18	16	16	16	16	16
	100	118	87	34	18	16	16	16	16	16
Sables limoneux	0	51	47	38	29	25	23	23	23	23
	20	69	62	47	33	26	24	23	23	23
	40	86	77	57	36	27	24	23	23	23
	60	104	92	66	40	28	24	23	23	23
	80	122	107	76	44	29	25	23	23	23
	100	139	122	85	48	30	25	24	23	23
Sables noirs	0	53	45	31	25	24	24	24	24	24
	20	72	58	35	25	24	24	24	24	24
	40	90	71	39	26	24	24	24	24	24
	60	108	83	43	27	24	24	24	24	24
	80	126	96	47	28	24	24	24	24	24
	100	144	109	52	28	24	24	24	24	24
Sols de marais	0	19	18	18	18	17	15	14	13	13
	20	35	35	34	32	28	24	19	16	13
	40	52	52	50	46	40	32	24	18	14
	60	69	68	66	61	52	40	29	21	14
	80	86	85	81	75	64	48	33	23	15
	100	103	101	97	89	75	56	38	25	15
Touyas, terres noires	0	50	49	48	46	44	41	39	38	37
	20	64	63	61	57	51	45	41	39	38
	40	78	76	73	67	58	49	43	40	38
	60	92	89	85	77	65	54	45	41	38
	80	105	103	97	87	72	58	48	42	38
	100	119	116	109	97	80	62	50	43	38

♦ **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 sa croissance. Dans le tableau suivant, les valeurs sont indiquées pour les différents types de sol présents dans les départements 24, 33, 40, 47 et 64.

Tableau 12: Minéralisation nette de l'humus après l'ouverture du bilan (kg N /ha)

Type de sol	Mh céréales à paille
Alluvions limoneuses à argilo-limoneuses	35
Alluvions sableuses et caillouteuses	25
Argiles (terreforts, palus)	25
Argilo calcaire moyen à superficiel	20
Argilo calcaire profond	20
Boulbène moyenne à superficielle	35
Boulbène profonde	35
Sables blancs	20
Sables limoneux	40
Sables noirs	35
Sols de marais	25
Touyas, terres noires	30

♦ **Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie**

C'est la quantité d'azote disponible suite à la destruction d'une prairie pour les cultures qui suivent.

Tableau 13: Minéralisation nette due à un retournement de prairie (kg /ha) : Mhp et Mhp précédent

Destruction d'automne

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Age de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1ère culture après destruction	Graminées pures	Pâturage intégrale	10	30	50	60	70
		Fauche + pâturage	7	21	35	42	49
		Fauche intégrale	4	12	20	24	28
	Association Graminées-légumineuses	/	10	30	50	60	70
2ème culture après destruction	/	/	0	0	0	0	0

Destruction de printemps

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Age de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1ère culture après destruction	Graminées pures	Pâturage intégrale	20	60	100	120	140
		Fauche + pâturage	14	42	70	84	98
		Fauche intégrale	8	24	40	48	56
	Association Graminées-légumineuses	/	20	60	100	120	140
2ème culture après destruction	Graminées pures	Pâturage intégrale	0	0	25	35	40
		Fauche + pâturage	0	0	17.5	24.5	28
		Fauche intégrale	0	0	10	14	16
	Association Graminées-légumineuses	/	0	0	25	35	40

♦ **Mr : Minéralisation nette de résidus de récolte**

Tableau 14: Minéralisation nette de l'azote issu des résidus de récolte (en kg N/ha) (Mr). Valeurs de références pour différents types de précédents.

Précédent	Mr (kg N/ha)
Avoine pailles enlevées	0
Avoine pailles restituées	-20
Blé tendre pailles enlevées	0
Blé tendre pailles restitués	-20
Blé dur pailles enlevées	0
Blé dur pailles restitués	-20
Colza	20
Maïs doux épis + spathes	-10
Maïs doux épis dépouillés	-10
Maïs fourrage	0
Maïs grain	-10
Maïs semence	-10
Orge pailles enlevées	0
Orge pailles restituées	-20
Seigle pailles enlevées	0
Seigle pailles restitués	-20
Sorgho ensilage	-10
Sorgho grain	-10
Tournesol	-10
Triticale pailles enlevées	0
Triticale pailles restitués	-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)	0
Betterave	20
Carotte	10
Endive	10
Pommes de terre	20

♦ **Mr Ci : Minéralisation nette des résidus de cultures intermédiaires**

C'est la quantité d'azote disponible pour des cultures intermédiaires restituées (CIPAN).

Tableau 15 : Apport d'azote dû à la minéralisation nette de résidus de cultures intermédiaires (kg N /ha) : MrCi et MrCi précédent

	Production de la CI (tMS/ha)	Ouverture du bilan en mars (stade épi 1 cm des céréales à paille)		Ouverture du bilan au 1 ^{er} mai (semis printemps)	
		Destruction Nov/déc	Destruction >janv	Destruction Nov/déc	Destruction >janv
Crucifères (moutarde, radis...)	<=1	5	10	0	5
	entre 1 et 3	10	15	5	10
	>=3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine	<=1	0	5	0	0
	entre 1 et 3	5	10	0	5
	>=3	10	15	5	10
Graminées de type ray-grass	<=1	5	10	0	5
	entre 1 et 3	10	15	5	10
	>=3	15	20	10	15
Légumineuses	<=1	10	20	5	10
	entre 1 et 3	20	30	10	20
	>=3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (Phacélie)	<=1	0	5	0	0
	entre 1 et 3	5	10	0	5
	>=3	10	15	5	10
Mélanges graminées-légumineuses	<=1	5	13	3	5
	entre 1 et 3	13	20	5	13
	>=3	20	28	13	20
Mélanges crucifères-légumineuses	<=1	8	15	3	8
	entre 1 et 3	15	23	8	15
	>=3	23	30	15	23

♦ **Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation (kg N /ha)**

$$\text{Nirr} = \frac{(Q \text{ H}_2\text{O}) \times (T \text{ NO}_3)}{443}$$

où Q H₂O = Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm/ha)

et T NO₃ = Teneur en nitrates (mg/l)

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence est :

T NO₃ = 25 mg/l de nitrates

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, il est conseillé de se référer à une analyse récente, et à défaut, la teneur régionale de référence est :

T NO₃ = 40 mg/l de nitrates

♦ **CAU : Coefficient Apparent d'Utilisation**

Il permet de corriger la dose d'azote minéral à apporter en estimant l'efficacité réelle de l'engrais apporté. Il varie en fonction de l'implantation de la culture (structure sol), des conditions climatiques (excès d'eau), ou sanitaires (maladies, salissement).

Il faut en parallèle adapter l'objectif de rendement.

CAU de l'azote par la culture	
Sol bien structuré, bien drainé et culture bien implantée	0,90
Excès d'eau Mauvaise structure du sol Assolement blé / blé Maladies du pied Maladies précoces sur feuillage	0,80
Excès d'eau importants et fréquents (cumul de plusieurs causes précédentes)	0,60

♦ **Xa : Fourniture d'azote par les Produits Résiduels Organiques (PRO) récents**

Xa = Quantité de produit organique (t ou m³ /ha) x teneur en N (kg N /t ou m³) x keq bilan

où **Keq bilan** est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas l'apport peut être: soit de fin d'été, soit d'automne ou soit de printemps. (cf ANNEXE 5).

Si des Produits Résiduels Organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de Xa s'additionnent.

2.2. LE MAÏS ET LE SORGHO

Le raisonnement de la fertilisation azotée est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports en azote : fournitures par le sol (reliquats du précédent, minéralisation de l'humus, minéralisation des résidus de récoltes et de cultures intermédiaires), apports organiques, engrais minéraux.

La dose totale d'azote minéral à apporter à la culture est calculée comme suit :

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

2.2.1 Équation retenue

L'équation opérationnelle retenue est :

$$X = \frac{(Pf + Rf) - (Ri + Mh + Mhp + Mr + MrCi + Nirr) - Xa}{CAU}$$

Pour le maïs et le sorgho, le Coefficient Apparent d'Utilisation de l'engrais par la culture (CAU) varie en fonction du stade de la culture (cf tableau 16), en lien avec ses capacités d'absorption.

Le raisonnement de la dose d'azote minéral à apporter se fait donc en deux temps :

- Apport d'azote minéral utile avant 4 feuilles:

$$\begin{aligned} N_{\text{minéral avant 4 feuilles}} &= \text{Dose d'azote minéral apportée avant 4 feuilles} \times CAU_{\text{avant 4 feuilles}} \\ &= \text{Dose d'azote minéral apportée avant 4 feuilles} \times 0,6 \end{aligned}$$

- Dose d'azote minérale à apporter après 4 feuilles :

$$X = \frac{(Pf + Rf) - (Ri + Mh + Mhp + Mr + MrCi + Nirr + N_{\text{minéral avant 4 feuilles}}) - Xa}{CAU_{\text{après 4 feuilles}}}$$

Tableau 1 : Postes de l'équation pour le calcul de la fertilisation azotée

X	Fertilisation azotée minérale	Dose totale à apporter
N_{minéral avant 4 feuilles}	Azote minéral utile avant 4 feuilles	Apport minéral utile avant 4 feuilles
Pf	Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan	Besoins en azote de la culture
Rf	Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan (non extractible par la culture)	
Ri	Quantité d'azote minéral dans le sol au semis	Fournitures du sol
Mh	Minéralisation nette de l'humus du sol	
Mhp	Minéralisation nette due à un retournement de prairie	
Mr	Minéralisation nette de résidus de récolte du précédent	
MrCi	Minéralisation nette de résidus de Cultures intermédiaires	
Nirr	Azote apporté par l'eau d'irrigation	Apports autres que engrais minéral
Xa	Equivalent engrais minéral d'un produit organique	
CAU	Coefficient Apparent d'Utilisation	Efficacité de l'engrais

2.2.2 Références des postes

a) Besoins en azote de la culture

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

$$Pf = b \times y$$

où **b** = Besoin en azote de la céréale par unité de production (quintal ou tonne) (cf tableau 2)
y = Objectif de rendement

Tableau 2: Valeur b : Quantité d'azote nécessaire pour produire une unité de production. Source ARVALIS Institut du Végétal

Type	Rendements	Valeur b	Unité de production,
Maïs grain	< 100 q / ha	2.3	quintal
	100 à ≤ 120 q / ha	2.2	
	> 120 q / ha	2.1	
Maïs fourrage	<14 t de matière sèche / ha	14	tonne de matière sèche
	14 à ≤ 18 t de matière sèche / ha	13	
	> 18 t de matière sèche / ha	12	
Maïs doux	Épis vêtus	10	tonne d'épis verts
	Épis nus	12	
Sorgho Grain	<50 q / ha	2.9	quintal
	50 à < 80 q / ha	2.5	
	80 à ≤ 100 q / ha	2.3	
	> 100 q / ha	2.1	
Sorgho fourrage	0 à < 10 t MS/ha	16	tonnes de matière sèche
	10 à ≤ 15 t MS/ha	14	
	>15 t MS/ha	12.5	

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

Lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes pour effectuer le calcul, peuvent être utilisées :

- des valeurs propres aux conditions locales de la culture auprès des Chambres d'Agriculture,
- à défaut, les valeurs suivantes : objectifs de rendement départementaux

Tableau 3 : Rendements moyens par département (2010-2014). Source SCEES

		DORDOGNE	GIRONDE	LANDES	LOT ET GARONNE	PYRENEES ATLANTIQUES
Maïs grain non irrigué	en q/ha	52	68	78	68	82
Maïs grain irrigué	en q/ha	89	109	111	97	109
Maïs doux	en t/ha	19,3	19,5	19,5	19,5	19,8
Maïs semence	en q/ha	38	37	36	37	38
Maïs fourrage	en t de MS/ha	12,8	15,0	14,8	14,7	14,5

♦ **Pf : Cas particulier du maïs semence**

$Pf = Pf \text{ semences femelles} / \text{coefficient d'occupation des sols des rangs femelles}$

La valeur Pf dépend de l'objectif de rendement (cf tableau 4a). En absence de références, Il est conseillé de se référer au contrat de production. La valeur réelle du besoin par ha des rangs femelle doit ensuite être ajustée en fonction du dispositif de semis (cf tableau 4b).

Tableau 4a : besoins en azote Pf par hectare des rangs femelle en fonction de l'objectif de rendement

Objectif de rendement des rangs femelles à 15% H ₂ O q/ha	Besoin en azote : Pf semences femelle Kg N/ha
[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

Tableau 4b : Coefficients 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

♦ **Rf : Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan (non extractible par la culture)**

Ce paramètre Rf correspond à la quantité d'azote présente dans le sol à la récolte que les racines ne sont pas capables d'extraire. Il doit être pris en compte dans les besoins de la culture. Dans le tableau suivant les valeurs de Rf sont indiquées pour les différents types de sol présents dans les départements 24, 33, 40, 47 et 64 (cf ANNEXE 7: description des sols dans les départements 24, 33, 40, 47 et 64).

Tableau 5: Quantité d'azote non extractible par la culture (Rf)

Type de sol	Rf (kgN/ha)
Alluvions limoneuses à argilo-limoneuses	30
Alluvions sableuses et caillouteuses	30
Argiles (terreforts, palus)	40
Argilo calcaire moyen à superficiel	30
Argilo calcaire profond	40
Boulbène moyenne à superficielle	15
Boulbène profonde	20
Sables blancs	10
Sables limoneux	15
Sables noirs	10
Sols de marais	30
Touyas, terres noires	30

b) Fournitures en azote du sol

♦ **Ri : reliquat d'azote disponible au semis**

Deux solutions sont possibles pour renseigner ce poste :

- 1) Mesure du reliquat azoté (Ri) avant le semis au moyen d'une analyse de sol sur au moins 2 horizons (0-30 et 0-60cm)
- 2) Estimation des valeurs du poste Ri en fonction du type du précédent. On distingue 4 cas :
 - Cas n°1 : précédent autre que prairie et légumineuses (ex : céréales, maïs, sorgho, tabac et oléagineux...) en l'absence de cultures intermédiaires
 - Cas n°2 : précédent légumineuse
 - Cas n°3 : précédent prairie ou jachère
 - Cas n°4 : une culture intermédiaire précède la culture

Pour les précédents non décrits (notamment les précédents légumes) pour lesquels l'agriculteur ne dispose pas de mesure de reliquat il est possible d'utiliser des références locales annuelles issues de réseaux de parcelles analysées. Ces références peuvent être d'accès publics ou privés. La valeur de Ri retenue doit correspondre à une situation comparable (localisation, type de sols, historique de fertilisation organique, itinéraire technique). L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant de l'origine de la valeur retenue.

CAS 1- Valeur de Ri pour un précédent autre que prairie et légumineuses (ex : céréales, maïs, sorgho, tabac et oléagineux...) en l'absence de cultures intermédiaires

Dans un premier temps, on procède au calcul de la quantité d'Azote Potentiellement Lixivable (APL), puis on détermine la valeur de Ri à partir du tableau 9 en fonction de la pluviométrie depuis le 1^{er} octobre et selon le type de sol.

$$\text{APL} = \text{Bilan azoté précédent} \times \text{coef RPR} + \text{Xa}_{\text{apporté avant ouverture}}$$

$$= [(\text{Valeur A} + \text{X}_{\text{Précédent}} + \text{Xa}_{\text{Précédent}} + \text{Mhp}_{\text{Précédent}} + \text{MrCi}_{\text{Précédent}}) - \text{Pf}_{\text{Précédent}}] \times \text{coef RPR} + \text{Xa}_{\text{apporté avant ouverture}}$$

Tableau 6 : Postes de l'équation pour le calcul de l'APL

APL	Azote Potentiellement Lixivable ; soit la quantité d'azote minéral présent dans le sol avant lixiviation	Tab. 9	
Valeur A ¹	Azote fourni à la culture précédente par la minéralisation	Tab. 7	Bilan azoté du précédent
X_{Précédent}	Fertilisation azotée minérale apportée au précédent		
Xa_{Précédent} ²	Équivalent engrais minéral d'un produit organique apporté au précédent		
Mhp_{Précédent}	Effet d'un retournement de prairie avant le précédent	Tab. 14	
MrCi_{Précédent}	Minéralisation nette de la culture intermédiaire avant le précédent	Tab. 16	
Pf_{Précédent} ³	Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan		
Coef RPR	Coefficients de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente	Tab. 8	
Xa avant ouverture ⁴	Équivalent engrais minéral d'un produit organique apporté avant l'ouverture du bilan		

¹ Valeur A

Elle représente la quantité d'azote minéralisé par le sol pendant l'année précédente. Elle dépend des conditions climatiques.

La valeur A est fournie annuellement par ARVALIS Institut du Végétal. Elle est disponible sur le site internet de la DREAL chaque début d'année

A défaut les valeurs indicatives suivantes peuvent être utilisées en fonction des conditions climatiques de l'année précédente :

Tableau 7 : Valeurs A pour le Sud-Ouest

Conditions climatiques l'année précédente	Valeur du A
Forte minéralisation (climat chaud et humide)	160 unités / ha
Minéralisation moyenne (année normale)	120 unités / ha
Faible minéralisation (climat froid et sec)	70 unités / ha

Le GREN recommande d'utiliser la valeur annuelle du A d'ARVALIS Institut du Végétal dès sa publication.

$$^2 \text{Xa}_{\text{Précédent}} = \text{Quantité de produit organique apportée au précédent (t ou m}^3 \text{ /ha)} \times \text{teneur en N (kg N / t ou m}^3 \text{)} \times \text{keq}_{\text{cycle}}$$

où keq_{cycle} est le coefficient d'équivalence azote minéral sur le cycle de la culture (cf ANNEXE 5)

$$^3 \text{Pf}_{\text{Précédent}} = \text{Rendement réalisé par le précédent} \times \text{Besoin N unitaire du précédent}$$

Les valeurs des besoins unitaires en azote du précédent sont données dans le tableau 8 .

$$^4 \text{Xa}_{\text{avant ouverture}} = \text{Quantité de produit organique apportée avant l'ouverture du bilan (t ou m}^3 \text{ /ha)} \times \text{teneur en N (kg N / t ou m}^3 \text{)} \times \text{keq}_{\text{Ri}}$$

où keq_{Ri} est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique avant ouverture du bilan (cf ANNEXE 5).

Tableau 8: Valeurs de références pour différents types de précédents

- Valeur de N absorbé par unité de rendement du précédent en kg N par q de grain ou par tonne de MS (bp)
 - Coefficient de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente (Coef RPR)

Précédent	Besoin N unitaire du précédent bp (kg N / q ou t)	Coefficient de correction Coef RPR
Avoine pailles enlevées	2.5	0.27
Avoine pailles restituées	2.5 + 0.3	0.27
Blé tendre pailles enlevées	3 ⁽¹⁾	0.27
Blé tendre pailles restitués	3 ⁽¹⁾ + 0.3	0.27
Blé dur pailles enlevées	3.5 ⁽¹⁾	0.27
Blé dur pailles restitués	3.5 ⁽¹⁾ + 0.3	0.27
Colza	7	0.4
Maïs doux épis + spathes	12 ⁽²⁾	0.48
Maïs doux épis dépouillés	10 ⁽²⁾	0.48
Maïs fourrage	13 ⁽²⁾	0.48
Maïs grain	2.2 ⁽²⁾	0.48
Maïs semence	5.7	0.48
Orge pailles enlevées	2.5	0.27
Orge pailles restituées	2.5 + 0.3	0.27
Seigle pailles enlevées	2.3	0.27
Seigle pailles restitués	2.3 + 0.3	0.27
Sorgho ensilage	13	0.48
Sorgho grain	2.8	0.48
Tournesol	4	0.4
Triticale pailles enlevées	2.6	0.27
Triticale pailles restitués	2.6 + 0.3	0.27
Autres cultures	Voir fiches cultures	0.4

(1) Les valeurs des besoins unitaires par variété sont publiées sur le site internet de la DREAL en février,

(2) Les valeurs des besoins unitaires pour le maïs et le sorgho varient selon le potentiel de rendement. La valeur indiquée dans le tableau est une valeur moyenne. Les valeurs détaillées sont données en début de fiche culture.

Tableau 9: Valeurs de Ri par type de sol en fonction de l'Azote Potentiellement Lixivable (APL) et de la pluviométrie– Source ARVALIS

Type de sol	APL en kg N/ha	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
Alluvions limoneuses à argilo- limoneuses	0	50	48	46	41	36	32	27	26	26
	20	66	63	59	52	44	37	29	27	26
	40	81	78	72	62	51	41	30	28	27
	60	97	93	85	72	58	46	32	28	27
	80	113	107	98	83	66	50	34	29	28
	100	129	122	111	93	73	55	35	30	29
Alluvions sableuses et caillouteuses	0	25	23	21	19	18	17	17	17	17
	20	35	31	26	22	19	18	17	17	17
	40	45	40	32	25	20	18	17	17	17
	60	56	48	38	28	22	19	17	17	17
	80	66	57	43	31	23	19	17	17	17
	100	77	65	49	34	24	20	17	17	17

Type de sol	APL en kg N/ha	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
Argiles (terreforts, palus)	0	24	23	22	20	19	17	16	16	16
	20	39	37	33	28	24	20	17	16	16
	40	54	50	44	37	29	23	18	16	16
	60	69	64	56	45	34	26	18	16	16
	80	84	77	67	53	39	29	19	16	16
	100	99	91	78	61	44	31	20	17	16
Argilo calcaire moyen à superficiel	0	30	28	26	24	21	18	14	13	13
	20	47	45	41	35	29	23	16	14	13
	40	65	61	55	46	37	28	18	14	13
	60	83	77	69	58	45	33	19	15	13
	80	100	94	83	69	53	38	21	15	13
	100	118	110	97	80	61	44	23	16	13
Argilo calcaire profond	0	36	35	32	29	26	24	21	20	20
	20	51	48	44	38	32	27	22	21	20
	40	67	62	56	46	37	30	23	21	20
	60	82	76	67	55	43	33	24	21	20
	80	98	90	79	64	49	37	25	21	20
	100	113	104	91	73	54	40	25	21	20
Boulbène moyenne à superficielle	0	30	29	28	26	23	20	16	14	14
	20	48	46	43	39	34	28	19	15	14
	40	66	64	59	53	45	36	23	16	14
	60	85	81	75	67	56	44	26	17	14
	80	103	98	91	81	67	52	29	18	15
	100	121	116	107	94	78	60	32	19	15
Boulbène profonde	0	50	47	44	39	35	31	28	27	26
	20	65	61	55	48	40	34	28	27	26
	40	80	75	67	56	45	37	29	27	27
	60	95	88	78	64	50	40	30	27	27
	80	110	102	89	73	56	43	31	27	27
	100	125	116	101	81	61	46	31	28	27
Sables blancs	0	61	47	33	25	21	19	19	19	19
	20	71	54	37	27	22	20	19	19	19
	40	82	61	41	28	22	20	19	19	19
	60	92	68	44	30	23	20	19	19	19
	80	102	75	48	31	23	20	19	19	19
	100	113	82	51	33	24	21	19	19	19

Type de sol	APL en kg N/ha	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
Sables limoneux	0	65	59	49	39	33	29	27	27	27
	20	81	72	58	45	35	30	27	27	27
	40	98	85	68	50	38	31	27	27	27
	60	114	99	77	55	40	33	28	27	27
	80	130	112	86	61	43	34	28	27	27
	100	146	126	96	66	45	35	28	27	27
Sables noirs	0	71	58	44	35	32	31	30	30	30
	20	86	69	49	37	33	31	30	30	30
	40	102	79	55	40	33	31	30	30	30
	60	117	90	60	42	34	31	30	30	30
	80	132	100	65	44	35	32	30	30	30
	100	148	111	70	46	35	32	30	30	30
Sols de marais	0	15	15	14	14	13	12	10	9	9
	20	31	30	29	27	24	20	14	11	9
	40	48	46	44	40	35	29	19	12	10
	60	65	62	58	53	46	38	23	14	10
	80	81	78	73	66	57	47	27	16	11
	100	98	94	88	79	68	55	32	18	12
Touyas, terres noires	0	61	60	57	53	47	41	35	34	33
	20	76	74	69	62	54	46	37	34	33
	40	90	87	82	72	61	50	38	34	33
	60	105	101	94	82	68	54	39	34	33
	80	119	115	106	92	75	58	40	35	34
	100	134	128	118	102	82	63	41	35	34

CAS 2 - Valeur du Ri pour un précédent légumineuse

Dans un premier temps, on procède au calcul de la quantité d'Azote Potentiellement Lixivable (APL), puis on détermine la valeur de Ri à partir du tableau 9 en fonction de la pluviométrie depuis le 1^{er} octobre et selon le type de sol.

APL = Reliquat avant lixiviation + Xa_{avant ouverture}

Tableau 10: Reliquat avant lixiviation dans le cas d'un précédent légumineuse

	Kg N /ha
Pois	30 + 0,5 x Valeur A
Féverole, Lupin	20 + 0,4 x Valeur A
Soja	20 + 0,3 x Valeur A

Références des paramètres de l'équation, A et Xa_{avant ouverture} : cf cas N°1

CAS 3 - Valeur du Ri pour un précédent prairie ou jachère

Tableau 11 : Reliquat avant lixiviation dans le cas d'un précédent prairie

		Ri en Kg N /ha				
		Prairie de 1 à 2 ans	Prairie de 3 à 6 ans	Prairie de plus de 6 ans	Jachère annuelle	Jachère pluriannuelle
Graminées pures	Pâture intégrale	$25 + 0.3 \times A$	$75 + 0.3 \times A$	$100 + 0.3 \times A$	$10 + 0.4 \times A$	$20 + 0.4 \times A$
	Fauche + pâture	$17.5 + 0.3 \times A$	$52.5 + 0.3 \times A$	$70 + 0.3 \times A$	$10 + 0.4 \times A$	$20 + 0.4 \times A$
	Fauche intégrale	$10 + 0.3 \times A$	$30 + 0.3 \times A$	$40 + 0.3 \times A$	$10 + 0.4 \times A$	$20 + 0.4 \times A$
Association Graminées-légumineuses	/	$25 + 0.3 \times A$	$75 + 0.3 \times A$	$100 + 0.3 \times A$	$20 + 0.4 \times A$	$20 + 0.4 \times A$

CAS 4 - Valeur du Ri si une culture intermédiaire précède la culture

Tableau 12 : Reliquat d'azote disponible dans le sol pour la culture après une culture intermédiaire (Ri)

Type de sol	Ri après une culture intermédiaire en Kg N /ha
Alluvions limoneuses à argilo-limoneuses	30
Alluvions sableuses et caillouteuses	30
Argiles (terreforts, palus)	40
Argilo calcaire moyen à superficiel	30
Argilo calcaire profond	40
Boulbène moyenne à superficielle	15
Boulbène profonde	20
Sables blancs	10
Sables limoneux	15
Sables noirs	10
Sols de marais	30
Touyas, terres noires	30

♦ 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 sa croissance. Dans le tableau suivant, les valeurs sont indiquées pour les différents types de sol présents dans les départements 24, 33, 40, 47 et 64.

Tableau 13: Minéralisation nette de l'humus disponible pour la culture (kg N /ha) :

Type de sol	Minéralisation nette de l'humus (Mh)		
	Maïs et sorgho (grain et ensilage) SEC	Maïs et sorgho (grain et ensilage) IRRIGUE	Maïs doux et semence
Alluvions limoneuses à argilo-limoneuses	45	60	35
Alluvions sableuses et caillouteuses	30	40	25
Argiles (terreforts, palus)	30	40	20
Argilo calcaire moyen à superficiel	25	35	20

Type de sol	Minéralisation nette de l'humus (Mh)		
	Maïs et sorgho (grain et ensilage) SEC	Maïs et sorgho (grain et ensilage) IRRIGUE	Maïs doux et semence
Argilo calcaire profond	25	30	20
Boulbène moyenne à superficielle	45	55	30
Boulbène profonde	45	55	30
Sables blancs	25	30	15
Sables limoneux	55	70	40
Sables noirs	45	55	30
Sols de marais	30	40	20
Touyas, terres noires	35	45	25

♦ **Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie**

C'est la quantité d'azote disponible suite à la destruction d'une prairie pour les cultures qui suivent.

Tableau 14: Minéralisation nette due à un retournement de prairie (kg N /ha) : Mhp et Mhp précédent

Destruction de printemps

Rang culture post- destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Age de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1ère culture après destruction	Graminées pures	Pâturage intégrale	20	60	100	120	140
		Fauche + pâturage	14	42	70	84	98
		Fauche intégrale	8	24	40	48	56
	Association Graminées- légumineuses	/	20	60	100	120	140
2ème culture après destruction	Graminées pures	Pâturage intégrale	0	0	25	35	40
		Fauche + pâturage	0	0	17.5	24.5	28
		Fauche intégrale	0	0	10	14	16
	Association Graminées- légumineuses	/	0	0	25	35	40

Destruction d'automne

Rang culture post- destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Age de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1ère culture après destruction	Graminées pures	Pâturage intégrale	10	30	50	60	70
		Fauche + pâturage	7	21	35	42	49
		Fauche intégrale	4	12	20	24	28
	Association Graminées- légumineuses	/	10	30	50	60	70
2ème culture après destruction	/	/	0	0	0	0	0

♦ **Mr : Minéralisation nette de résidus de récolte**

Tableau 15: Minéralisation nette de l'azote issu des résidus de récolte (en kg N/ha) (Mr). Valeurs de références pour différents types de précédents.

Précédent	Mr (kg N/ha)
Avoine pailles enlevées	0
Avoine pailles restituées	-10
Blé tendre pailles enlevées	0
Blé tendre pailles restitués	-10
Blé dur pailles enlevées	0
Blé dur pailles restitués	-10
Colza	10
Maïs doux épis + spathes	0
Maïs doux épis dépouillés	0
Maïs fourrage	0
Maïs grain	0
Maïs semence	0
Orge pailles enlevées	0
Orge pailles restituées	-10
Seigle pailles enlevées	0
Seigle pailles restitués	-10
Sorgho ensilage	0
Sorgho grain	0
Tournesol	0
Triticale pailles enlevées	0
Triticale pailles restitués	-10
Pois	10
Féverole	20
Lupin	10
Soja	10
Prairie	0
Culture Intermédiaire	0
Luzerne (retournement fin d'été/début automne) : année N+1	30
Luzerne (retournement fin d'été/début automne) : année N+2	20
Luzerne (retournement de printemps)	0
Betterave	10
Carotte	0
Endive	0
Pommes de terre	10

♦ **MrCi : Minéralisation nette des résidus de cultures intermédiaires**

C'est la quantité d'azote disponible pour des cultures intermédiaires restituées (CIPAN).

Tableau 16 : Apport d'azote du à la minéralisation nette de résidus de cultures intermédiaires (kg N /ha) : MrCi et MrCi précédent

	Production de la CI (tMS/ha)	Ouverture du bilan en mars (stade épi 1 cm des céréales à paille)		Ouverture du bilan au 1 ^{er} mai (semis printemps)	
		Destruction Nov/déc	Destruction >janv	Destruction Nov/déc	Destruction >janv
Crucifères (moutarde, radis...)	<=1	5	10	0	5
	entre 1 et 3	10	15	5	10
	>=3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine	<=1	0	5	0	0
	entre 1 et 3	5	10	0	5
	>=3	10	15	5	10
Graminées de type ray-grass	<=1	5	10	0	5
	entre 1 et 3	10	15	5	10
	>=3	15	20	10	15
Légumineuses	<=1	10	20	5	10
	entre 1 et 3	20	30	10	20
	>=3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (Phacélie)	<=1	0	5	0	0
	entre 1 et 3	5	10	0	5
	>=3	10	15	5	10
Mélanges graminées-légumineuses	<=1	5	13	3	5
	entre 1 et 3	13	20	5	13
	>=3	20	28	13	20
Mélanges crucifères-légumineuses	<=1	8	15	3	8
	entre 1 et 3	15	23	8	15
	>=3	23	30	15	23

♦ **Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation (kg N /ha)**

$$\text{Nirr} = \frac{(Q \text{ H}_2\text{O}) \times (T \text{ NO}_3)}{443}$$

où Q H₂O = Quantité d'eau d'irrigation prévue jusqu'à 3 semaines après floraison (mm/ha)
et T NO₃ = Teneur en nitrates (mg/l)

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence est :

T NO₃ = 25 mg/l de nitrates

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, il est conseillé de se référer à une analyse récente, et à défaut, la teneur régionale de référence est :

T NO₃ = 40 mg/l de nitrates

♦ **Xa : Fourniture d'azote par les Produits Résiduaire Organiques (PRO)**

Xa = Quantité de produit organique (t ou m³/ha) x teneur en N (kg N /t ou m³) x keq bilan

où **Keq bilan** est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas l'apport peut être : soit de fin d'été, soit d'automne ou soit de printemps. (cf ANNEXE 5).

Si des Produits Résiduaire Organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de Xa s'additionnent.

♦ **CAU : Coefficient Apparent d'Utilisation**

Il permet de corriger la dose à apporter en estimant l'efficacité réelle de l'engrais apporté en fonction de la capacité de la culture à absorber l'azote. Il varie en fonction du type de culture et également du stade de l'apport.

Le raisonnement de la dose d'azote minéral à apporter se fait donc en deux temps pour tenir compte des stades d'apport :

- Apport d'azote minéral utile avant 4 feuilles:

$$\begin{aligned} N_{\text{minéral avant 4 feuilles}} &= \text{Dose d'azote minéral apportée avant 4 feuilles} \times \text{CAU}_{\text{avant 4 feuilles}} \\ &= \text{Dose d'azote minéral apportée avant 4 feuilles} \times 0,6 \end{aligned}$$

- Dose d'azote minérale à apporter après 4 feuilles :

$$X = \frac{(Pf + Rf) - (Ri + Mh + Mhp + Mr + MrCi + Nirr + N_{\text{minéral avant 4 feuilles}})}{\text{CAU}_{\text{après 4 feuilles}}} - Xa$$

Tableau 17 : Coefficients apparents d'utilisation (CAU) de l'engrais pour en fonction du stade et de la culture

Maïs/sorgho grain et maïs/sorgho fourrage			
Date d'apport N	avant 4 feuilles	4 feuilles - floraison	
CAU	0.6	0.8	
Maïs semence			
Date d'apport N	avant 4 feuilles	4 feuilles – 12 feuilles	
Rendement		Rdt ≤ 30q/ha	Rdt >30q/ha
CAU	0.6	0.7	0.8
Maïs doux			
Date d'apport N	avant 4 feuilles	4 feuilles – 12 feuilles	
CAU	0.6	0.7	

2.3. LE TABAC

Le raisonnement de la fertilisation azotée est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports en azote : fournitures par le sol (reliquats du précédent, minéralisation de l'humus, minéralisation des résidus de récoltes et de cultures intermédiaires), apports organiques, engrais minéraux.

La dose totale d'azote minéral à apporter à la culture est calculée comme suit :

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

2.3.1 Équation retenue

L'équation opérationnelle retenue est :

$$X = \frac{(Pf + Rf) - (Ri + Mh + Mhp + Mr + MrCi + Nirr) - Xa}{CAU}$$

Le Coefficient Apparent d'Utilisation de l'engrais par la culture (CAU) varie en fonction du stade de la culture (cf tableau 17), en lien avec ses capacités d'absorption.

Le raisonnement de la dose d'azote minéral à apporter se fait donc en deux temps :

- Apport d'azote minéral utile avant plantation:

$$\begin{aligned} N_{\text{minéral avant plantation}} &= \text{Dose d'azote minéral apportée avant plantation} \times CAU_{\text{avant plantation}} \\ &= \text{Dose d'azote minéral apportée avant plantation} \times 0,6 \end{aligned}$$

- Dose d'azote minérale à apporter après plantation :

$$X = \frac{(Pf + Rf) - (Ri + Mh + Mhp + Mr + MrCi + Nirr + N_{\text{minéral avant plantation}}) - Xa}{CAU_{\text{après plantation}}}$$

Tableau 1 : Postes de l'équation pour le calcul de la fertilisation azotée

X	Fertilisation azotée minérale	Dose totale à apporter
N_{minéral avant plantation}	Azote minéral utile avant plantation	Apport minéral utile avant plantation
Pf	Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan	Besoins en azote de la culture
Rf	Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan (non extractible par la culture)	
Ri	Quantité d'azote minéral dans le sol au semis	Fournitures du sol
Mh	Minéralisation nette de l'humus du sol	
Mhp	Minéralisation nette due à un retournement de prairie	
Mr	Minéralisation nette de résidus de récolte du précédent	
MrCi	Minéralisation nette de résidus de Cultures intermédiaires	Apports autres que engrais minéral
Nirr	Azote apporté par l'eau d'irrigation	
Xa	Equivalent engrais minéral d'un produit organique	
CAU	Coefficient Apparent d'Utilisation	Efficacité de l'engrais

2.3.2 Références des postes

a) Besoins en azote de la culture

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

$$Pf = b \times y$$

où **b** = Besoin en azote de la culture par unité de production (tonne de feuilles à l'humidité de référence) (cf tableau 2)

y = Objectif de rendement

Tableau 2: Valeur b : Quantité d'azote nécessaire pour produire une unité de production. Source ARVALIS Institut du Végétal

type	b = besoin N (kg / t de feuilles à l'humidité de référence)
Tabac Brun	80
Tabac Burley	95
Tabac Virginie classique durée de végétation pondérée > 104 jours	35
Tabac Virginie précoce durée de végétation pondérée ≤ 104 jours	39

Source : http://www.comifer.asso.fr/images/pdf/Tableaux/besoins_tabac_180412.pdf

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

Lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes pour effectuer le calcul, peuvent être utilisées :

- des valeurs propres aux conditions locales de la culture auprès des Chambres d'Agriculture,
- à défaut, les valeurs suivantes : objectif de rendement (100 kg/ha)

Tableau 3 : Rendements moyens par département (2010-2014). Source SCEES

	DORDOGNE	GIRONDE	LANDES	LOT ET GARONNE	PYRENEES ATLANTIQUES
Tabac Brun	24	29	29	29	27
Tabac Burley	27	27	27	27	27
Tabac Virginie	27	27	23	27	25

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

Ce paramètre Rf correspond à la quantité d'azote présente dans le sol à la récolte que les racines ne sont pas capables d'extraire. Il doit être pris en compte dans les besoins de la culture. Dans le tableau suivant les valeurs de Rf sont indiquées pour les différents types de sol présents dans les départements 24, 33, 40, 47 et 64 (cf ANNEXE 7: description des sols dans les départements 24, 33, 40, 47 et 64).

Tableau 5: Quantité d'azote non extractible par la culture (Rf)

Type de sol	Rf (kgN/ha)
Alluvions limoneuses à argilo-limoneuses	30
Alluvions sableuses et caillouteuses	30
Argiles (terreforts, palus)	40
Argilo calcaire moyen à superficiel	30
Argilo calcaire profond	40
Boulbène moyenne à superficielle	15
Boulbène profonde	20
Sables blancs	10
Sables limoneux	15
Sables noirs	10
Sols de marais	30
Touyas, terres noires	30

b) Fournitures en azote du sol

♦ Ri : reliquat d'azote disponible au semis

Deux solutions sont possibles pour renseigner ce poste :

- 1) Mesure du reliquat azoté (Ri) avant la plantation au moyen d'une analyse de sol sur au moins 2 horizons (0-30 et 0-60cm)
- 2) Estimation des valeurs du poste Ri en fonction du type du précédent. On distingue 4 cas :
 - Cas n°1 : précédent autre que prairie et légumineuses (ex : céréales, maïs, sorgho, tabac et oléagineux...) en l'absence de cultures intermédiaires
 - Cas n°2 : précédent légumineuse
 - Cas n°3 : précédent prairie ou jachère
 - Cas n°4 : une culture intermédiaire précède la culture

Pour les précédents non décrits (notamment les précédents légumes) pour lesquels l'agriculteur ne dispose pas de mesure de reliquat il est possible d'utiliser des références locales annuelles issues de réseaux de parcelles analysées. Ces références peuvent être d'accès publics ou privés. La valeur de Ri retenue doit correspondre à une situation comparable (localisation, type de sols, historique de fertilisation organique, itinéraire technique). L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant de l'origine de la valeur retenue.

CAS 1- Valeur de Ri pour un précédent autre que prairie et légumineuses (ex : céréales, maïs, sorgho, tabac et oléagineux...) en l'absence de cultures intermédiaires

Dans un premier temps, on procède au calcul de la quantité d'Azote Potentiellement Lixivable (APL), puis on détermine la valeur de Ri à partir du tableau 9 en fonction de la pluviométrie depuis le 1^{er} octobre et selon le type de sol.

$$\text{APL} = \text{Bilan azoté précédent} \times \text{coef RPR} + \text{Xa}_{\text{apporté avant ouverture}}$$
$$= [(\text{Valeur A} + \text{X}_{\text{Précédent}} + \text{Xa}_{\text{Précédent}} + \text{Mhp}_{\text{Précédent}} + \text{MrCi}_{\text{Précédent}}) - \text{Pf}_{\text{Précédent}}] \times \text{coefRPR} + \text{Xa}_{\text{apporté avant ouverture}}$$

Tableau 6 : Postes de l'équation pour le calcul de l'APL

APL	Azote Potentiellement Lixivable ; soit la quantité d'azote minéral présent dans le sol avant lixiviation	Tab. 9	
Valeur A ¹	Azote fourni à la culture précédente par la minéralisation	Tab. 7	Bilan azoté du précédent
X_{Précédent}	Fertilisation azotée minérale apportée au précédent		
Xa_{Précédent} ²	Équivalent engrais minéral d'un produit organique apporté au précédent		
Mhp_{Précédent}	Effet d'un retournement de prairie avant le précédent	Tab. 14	
MrCi_{Précédent}	Minéralisation nette de la culture intermédiaire avant le précédent	Tab. 16	
Pf_{Précédent} ³	Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan		
Coef RPR	Coefficients de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente	Tab. 8	
Xa avant ouverture ⁴	Équivalent engrais minéral d'un produit organique apporté avant l'ouverture du bilan		

¹ Valeur A

Elle représente la quantité d'azote minéralisé par le sol pendant l'année précédente. Elle dépend des conditions climatiques.

La valeur A est fournie annuellement par ARVALIS Institut du Végétal. Elle est disponible sur le site internet de la DREAL chaque début d'année.

Le GREN recommande d'utiliser la valeur annuelle du A d'ARVALIS Institut du Végétal dès sa publication.

A défaut les valeurs indicatives suivantes peuvent être utilisées en fonction des conditions climatiques de l'année précédente :

Tableau 7 : Valeurs A pour le Sud-Ouest

Conditions climatiques l'année précédente	Valeur du A
Forte minéralisation (climat chaud et humide)	160 unités / ha
Minéralisation moyenne (année normale)	120 unités / ha
Faible minéralisation (climat froid et sec)	70 unités / ha

² $Xa_{Précédent}$ = Quantité de produit organique apportée au précédent (t ou m³ /ha) x teneur en N (kg N / t ou m³) x keq_{cycle}

où keq_{cycle} est le coefficient d'équivalence azote minéral sur le cycle de la culture (cf ANNEXE 5)

³ $Pf_{Précédent}$ = Rendement réalisé par le précédent x Besoin N unitaire du précédent

Les valeurs des besoins unitaires en azote du précédent sont données dans le tableau 8 .

⁴ $Xa_{avant\ ouverture}$ = Quantité de produit organique apportée avant l'ouverture du bilan (t ou m³ /ha) x teneur en N (kg N / t ou m³) x keq_{Ri}

où keq_{Ri} est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique avant ouverture du bilan (cf ANNEXE 5).

Tableau 8: Valeurs de références pour différents types de précédents

- Valeur de N absorbé par unité de rendement du précédent en kg N par q de grain ou par tonne de MS (bp)
- Coefficient de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente (Coef RPR)

Précédent	Besoin N unitaire du précédent bp (kg N / q ou t)	Coefficient de correction Coef RPR
Avoine pailles enlevées	2.5	0.27
Avoine pailles restituées	2.5 + 0.3	0.27
Blé tendre pailles enlevées	3 ⁽¹⁾	0.27
Blé tendre pailles restitués	3 ⁽¹⁾ + 0.3	0.27
Blé dur pailles enlevées	3.5 ⁽¹⁾	0.27
Blé dur pailles restitués	3.5 ⁽¹⁾ + 0.3	0.27
Colza	7	0.4
Maïs doux épis + spathes	12 ⁽²⁾	0.48
Maïs doux épis dépouillés	10 ⁽²⁾	0.48
Maïs fourrage	13 ⁽²⁾	0.48
Maïs grain	2.2 ⁽²⁾	0.48
Maïs semence	5.7	0.48
Orge pailles enlevées	2.5	0.27
Orge pailles restituées	2.5 + 0.3	0.27
Seigle pailles enlevées	2.3	0.27
Seigle pailles restitués	2.3 + 0.3	0.27
Sorgho ensilage	13	0.48
Sorgho grain	2.8	0.48
Tournesol	4	0.4
Triticale pailles enlevées	2.6	0.27
Triticale pailles restitués	2.6 + 0.3	0.27
Autres cultures	Voir fiches cultures	0.4

(1) Les valeurs des besoins unitaires par variété sont publiées sur le site internet de la DREAL à compter de février ,

(2) Les valeurs des besoins unitaires pour le maïs et le sorgho varient selon le potentiel de rendement. La valeur indiquée dans le tableau est une valeur moyenne. Les valeurs détaillées sont dans la fiche culture correspondante.

Tableau 9: Valeurs de Ri par type de sol en fonction de l'Azote Potentiellement Lixivable (APL) et de la pluviométrie– Source ARVALIS

Type de sol	APL en kg N/ha	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
Alluvions limoneuses à argilo- limoneuses	0	50	48	46	41	36	32	27	26	26
	20	66	63	59	52	44	37	29	27	26
	40	81	78	72	62	51	41	30	28	27
	60	97	93	85	72	58	46	32	28	27
	80	113	107	98	83	66	50	34	29	28
	100	129	122	111	93	73	55	35	30	29
Alluvions sableuses et caillouteuses	0	25	23	21	19	18	17	17	17	17
	20	35	31	26	22	19	18	17	17	17
	40	45	40	32	25	20	18	17	17	17
	60	56	48	38	28	22	19	17	17	17
	80	66	57	43	31	23	19	17	17	17
	100	77	65	49	34	24	20	17	17	17
Argiles (terreforts, palus)	0	24	23	22	20	19	17	16	16	16
	20	39	37	33	28	24	20	17	16	16
	40	54	50	44	37	29	23	18	16	16
	60	69	64	56	45	34	26	18	16	16
	80	84	77	67	53	39	29	19	16	16
	100	99	91	78	61	44	31	20	17	16
Argilo calcaire moyen à superficiel	0	30	28	26	24	21	18	14	13	13
	20	47	45	41	35	29	23	16	14	13
	40	65	61	55	46	37	28	18	14	13
	60	83	77	69	58	45	33	19	15	13
	80	100	94	83	69	53	38	21	15	13
	100	118	110	97	80	61	44	23	16	13
Argilo calcaire profond	0	36	35	32	29	26	24	21	20	20
	20	51	48	44	38	32	27	22	21	20
	40	67	62	56	46	37	30	23	21	20
	60	82	76	67	55	43	33	24	21	20
	80	98	90	79	64	49	37	25	21	20
	100	113	104	91	73	54	40	25	21	20
Boulbène moyenne à superficielle	0	30	29	28	26	23	20	16	14	14
	20	48	46	43	39	34	28	19	15	14
	40	66	64	59	53	45	36	23	16	14
	60	85	81	75	67	56	44	26	17	14
	80	103	98	91	81	67	52	29	18	15
	100	121	116	107	94	78	60	32	19	15

Type de sol	APL en kg N/ha	Cumul de pluie entre le 01/10 et le 01/05 (en mm)								
		250	300	350	400	450	500	600	700	800
Boulbène profonde	0	50	47	44	39	35	31	28	27	26
	20	65	61	55	48	40	34	28	27	26
	40	80	75	67	56	45	37	29	27	27
	60	95	88	78	64	50	40	30	27	27
	80	110	102	89	73	56	43	31	27	27
	100	125	116	101	81	61	46	31	28	27
Sables blancs	0	61	47	33	25	21	19	19	19	19
	20	71	54	37	27	22	20	19	19	19
	40	82	61	41	28	22	20	19	19	19
	60	92	68	44	30	23	20	19	19	19
	80	102	75	48	31	23	20	19	19	19
	100	113	82	51	33	24	21	19	19	19
Sables limoneux	0	65	59	49	39	33	29	27	27	27
	20	81	72	58	45	35	30	27	27	27
	40	98	85	68	50	38	31	27	27	27
	60	114	99	77	55	40	33	28	27	27
	80	130	112	86	61	43	34	28	27	27
	100	146	126	96	66	45	35	28	27	27
Sables noirs	0	71	58	44	35	32	31	30	30	30
	20	86	69	49	37	33	31	30	30	30
	40	102	79	55	40	33	31	30	30	30
	60	117	90	60	42	34	31	30	30	30
	80	132	100	65	44	35	32	30	30	30
	100	148	111	70	46	35	32	30	30	30
Sols de marais	0	15	15	14	14	13	12	10	9	9
	20	31	30	29	27	24	20	14	11	9
	40	48	46	44	40	35	29	19	12	10
	60	65	62	58	53	46	38	23	14	10
	80	81	78	73	66	57	47	27	16	11
	100	98	94	88	79	68	55	32	18	12
Touyas, terres noires	0	61	60	57	53	47	41	35	34	33
	20	76	74	69	62	54	46	37	34	33
	40	90	87	82	72	61	50	38	34	33
	60	105	101	94	82	68	54	39	34	33
	80	119	115	106	92	75	58	40	35	34
	100	134	128	118	102	82	63	41	35	34

CAS 2 - Valeur du Ri pour un précédent légumineuse

Dans un premier temps, on procède au calcul de la quantité d'Azote Potentiellement Lixivable (APL), puis on détermine la valeur de Ri à partir du tableau 9 en fonction de la pluviométrie depuis le 1^{er} octobre et selon le type de sol.

$$\text{APL} = \text{Reliquat avant lixiviation} + X_{a \text{ avant ouverture}}$$

Tableau 10: Reliquat avant lixiviation dans le cas d'un précédent légumineuse

	Kg N /ha
Pois	$30 + 0,5 \times \text{Valeur A}$
Féverole, Lupin	$20 + 0,4 \times \text{Valeur A}$
Soja	$20 + 0,3 \times \text{Valeur A}$

Références des paramètres de l'équation, A et $X_{a \text{ avant ouverture}}$: cf cas N°1

CAS 3 - Valeur du Ri pour un précédent prairie ou jachère

Tableau 11 : Reliquat avant lixiviation dans le cas d'un précédent prairie

		Ri en Kg N /ha				
		Prairie de 1 à 2 ans	Prairie de 3 à 6 ans	Prairie de plus de 6 ans	Jachère annuelle	Jachère pluriannuelle
Graminées pures	Pâture intégrale	$25 + 0.3 \times A$	$75 + 0.3 \times A$	$100 + 0.3 \times A$	$10 + 0.4 \times A$	$20 + 0.4 \times A$
	Fauche + pâture	$17.5 + 0.3 \times A$	$52.5 + 0.3 \times A$	$70 + 0.3 \times A$	$10 + 0.4 \times A$	$20 + 0.4 \times A$
	Fauche intégrale	$10 + 0.3 \times A$	$30 + 0.3 \times A$	$40 + 0.3 \times A$	$10 + 0.4 \times A$	$20 + 0.4 \times A$
Association Graminées-légumineuses	/	$25 + 0.3 \times A$	$75 + 0.3 \times A$	$100 + 0.3 \times A$	$20 + 0.4 \times A$	$20 + 0.4 \times A$

CAS 4 - Valeur du Ri si une culture intermédiaire précède la culture

Tableau 12 : Reliquat d'azote disponible dans le sol pour la culture après une culture intermédiaire (Ri)

Type de sol	Ri après une culture intermédiaire en Kg N /ha
Alluvions limoneuses à argilo-limoneuses	30
Alluvions sableuses et caillouteuses	30
Argiles (terreforts, palus)	40
Argilo calcaire moyen à superficiel	30
Argilo calcaire profond	40
Boulbène moyenne à superficielle	15
Boulbène profonde	20
Sables blancs	10
Sables limoneux	15
Sables noirs	10
Sols de marais	30
Touyas, terres noires	30

♦ **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 sa croissance. Dans le tableau suivant, les valeurs sont indiquées pour les différents types de sol présents dans les départements 24, 33, 40, 47 et 64.

Tableau 13: Minéralisation nette de l'humus disponible pour la culture (kg N /ha)

Type de sol	Minéralisation nette de l'humus (Mh)	
	Tabac VIRGINIE IRRIGUE cycle >120 j	Tabac BURLEY IRRIGUE cycle < 120 j
Alluvions limoneuses à argilo-limoneuses	60	35
Alluvions sableuses et caillouteuses	40	25
Argiles (terreforts, palus)	40	20
Argilo calcaire moyen à superficiel	35	20
Argilo calcaire profond	30	20
Boulbène moyenne à superficielle	55	30
Boulbène profonde	55	30
Sables blancs	30	15
Sables limoneux	70	40
Sables noirs	55	30
Sols de marais	40	20
Touyas, terres noires	45	25

♦ **Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie**

C'est la quantité d'azote disponible suite à la destruction d'une prairie pour les cultures qui suivent.

Tableau 14: Minéralisation nette due à un retournement de prairie (kg N /ha): Mhp et Mhp précédent
Destruction de printemps

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Age de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1ère culture après destruction	Graminées pures	Pâturage intégrale	20	60	100	120	140
		Fauche + pâturage	14	42	70	84	98
		Fauche intégrale	8	24	40	48	56
	Association Graminées-légumineuses	/	20	60	100	120	140
2ème culture après destruction	Graminées pures	Pâturage intégrale	0	0	25	35	40
		Fauche + pâturage	0	0	17.5	24.5	28
		Fauche intégrale	0	0	10	14	16
	Association Graminées-légumineuses	/	0	0	25	35	40

Destruction d'automne

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Age de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
2ème culture après destruction	/	/	0	0	0	0	0

♦ **Mr : Minéralisation nette de résidus de récolte**

Tableau 15: Minéralisation nette de l'azote issu des résidus de récolte (en kg N/ha) (Mr). Valeurs de références pour différents types de précédents.

Précédent	Mr (kg N/ha)
Avoine pailles enlevées	0
Avoine pailles restituées	-10
Blé tendre pailles enlevées	0
Blé tendre pailles restitués	-10
Blé dur pailles enlevées	0
Blé dur pailles restitués	-10
Colza	10
Maïs doux épis + spathes	0
Maïs doux épis dépouillés	0
Maïs fourrage	0
Maïs grain	0
Maïs semence	0
Orge pailles enlevées	0
Orge pailles restituées	-10
Seigle pailles enlevées	0
Seigle pailles restitués	-10
Sorgho ensilage	0
Sorgho grain	0
Tournesol	0
Triticale pailles enlevées	0
Triticale pailles restitués	-10
Pois	10
Féverole	20
Lupin	10
Soja	10
Prairie	0
Culture Intermédiaire	0
Luzerne (retournement fin d'été/début automne) : année N+1	30
Luzerne (retournement fin d'été/début automne) : année N+2	20
Luzerne (retournement de printemps)	0
Betterave	10
Carotte	0
Endive	0
Pommes de terre	10

♦ **MrCi : Minéralisation nette des résidus de cultures intermédiaires**

C'est la quantité d'azote disponible pour des cultures intermédiaires restituées (CIPAN).

Tableau 16 : Apport d'azote dû à la minéralisation nette de résidus de cultures intermédiaires (kg N /ha) : MrCi et MrCi précédent

	Production de la CI (tMS/ha)	Ouverture du bilan en mars (stade épi 1 cm des céréales à paille)		Ouverture du bilan au 1 ^{er} mai (semis printemps)	
		Destruction Nov/déc	Destruction >janv	Destruction Nov/déc	Destruction >janv
Crucifères (moutarde, radis...)	<=1	5	10	0	5
	entre 1 et 3	10	15	5	10
	>=3	15	20	10	15
Graminées de type seigle, avoine	<=1	0	5	0	0
	entre 1 et 3	5	10	0	5
	>=3	10	15	5	10
Graminées de type ray-grass	<=1	5	10	0	5
	entre 1 et 3	10	15	5	10
	>=3	15	20	10	15
Légumineuses	<=1	10	20	5	10
	entre 1 et 3	20	30	10	20
	>=3	30	40	20	30
Hydrophyllacées (Phacélie)	<=1	0	5	0	0
	entre 1 et 3	5	10	0	5
	>=3	10	15	5	10
Mélanges graminées-légumineuses	<=1	5	13	3	5
	entre 1 et 3	13	20	5	13
	>=3	20	28	13	20
Mélanges crucifères-légumineuses	<=1	8	15	3	8
	entre 1 et 3	15	23	8	15
	>=3	23	30	15	23

♦ **Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation (kg N /ha)**

$$\text{Nirr} = \frac{(Q \text{ H}_2\text{O}) \times (T \text{ NO}_3)}{443}$$

où Q H₂O = Quantité d'eau d'irrigation prévue sur la saison tabacole (mm/ha)
et T NO₃ = Teneur en nitrates (mg/l)

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence est :
T NO₃ = 25 mg/l de nitrates

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, il est conseillé de se référer à une analyse récente, et à défaut, la teneur régionale de référence est :
T NO₃ = 40 mg/l de nitrates

♦ **Xa : Fourniture d'azote par les Produits Résiduels Organiques (PRO)**

Xa = Quantité de produit organique (t ou m³/ha) x teneur en N (kg N /t ou m³) x keq bilan

où **Keq bilan** est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas l'apport peut être : soit de fin d'été, soit d'automne ou soit de printemps. (cf ANNEXE 5).

Si des Produits Résiduels Organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de Xa s'additionnent.

♦ **CAU : Coefficient Apparent d'Utilisation**

Il permet de corriger la dose à apporter en estimant l'efficacité réelle de l'engrais apporté en fonction de la capacité de la culture à absorber l'azote. Il varie en fonction du type de culture et également du stade de l'apport.

Le raisonnement de la dose d'azote minéral à apporter se fait donc en deux temps pour tenir compte des stades d'apport :

- Apport d'azote minéral utile avant plantation:

$$\begin{aligned} N_{\text{minéral avant plantation}} &= \text{Dose d'azote minérale apportée avant plantation} \times \text{CAU}_{\text{avant plantation}} \\ &= \text{Dose d'azote minérale apportée avant plantation} \times 0,6 \end{aligned}$$

- Dose d'azote minérale à apporter après plantation :

$$X = \frac{(Pf + Rf) - (Ri + Mh + Mhp + Mr + MrCi + Nirr + N_{\text{minéral avant plantation}})}{\text{CAU}_{\text{après plantation}}} - Xa$$

Tableau 17 : Coefficient apparent d'utilisation (CAU) en fonction de la date d'apport de l'engrais sur le tabac

	Avant plantation	Après plantation
CAU	0.6	0.8

2.4. LE COLZA D'HIVER

Le raisonnement de la fertilisation azotée est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports en azote : fournitures par le sol (reliquats du précédent, minéralisation de l'humus, minéralisation des résidus de récoltes et de cultures intermédiaires), apports organiques, engrais minéraux.

La dose totale d'azote minéral à apporter à la culture est calculée comme suit :

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

2.4.1 Équation retenue

L'écriture opérationnelle retenue est :

$$X = (Pf + Rf) - (Pi + Ri + M + Fleg + Fass + Mha + Nirr + Xa)$$

Tableau 1 : Postes de l'équation pour le calcul de la fertilisation azotée

X	Fertilisation azotée minérale	Dose totale d'engrais minéral à apporter
Pf	Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan	Besoins en azote de la culture
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	Fournitures du sol
Ri	Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan	
M	Minéralisation nette de l'humus du sol et des résidus de récolte du précédent (Mh + Mr)	
Fleg	Supplément de fourniture d'azote lié à un précédent pois protéagineux	
Fass	Supplément de fourniture d'azote lié à des cultures compagnes	
Mha	Fourniture d'azote liée à l'historique d'apport de PRO	
Nirr	Azote apporté par l'eau d'irrigation	Apports autres que engrais minéral
Xa	Equivalent engrais minéral d'un produit organique	

2.4.2 Références des postes

- ♦ **X : Plafonnement à 250 Unités de N quel que soit le résultat du calcul.**

a) **Besoins en azote de la culture**

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

$$Pf = b \times y$$

où ***b = 7 kg N absorbé plante entière à la fermeture du bilan / q de graines produites (/ha)***

et ***y = Objectif de rendement***

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

Lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes pour effectuer le calcul, peuvent être utilisées :

- des valeurs propres aux conditions locales de la culture auprès des Chambres d'Agriculture,
- à défaut, les valeurs suivantes : objectif de rendement départementaux

Tableau 2 : Rendements moyens par département (2010-2014) . Source DRAAF

	DORDOGNE	GIRONDE	LANDES	LOT-ET-GARONNE	PYRENEES-ATLANTIQUES
Colza d'hiver : rendement en q/ha	22	25	25	28	27

Plafonnement de Pf : si $b \times y > 330$, alors Pf = 330

♦ **Rf : Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan (non extractible par la culture)**

Ce paramètre Rf correspond à la quantité d'azote présente dans le sol à la récolte que les racines ne sont pas capables d'extraire. Il doit être pris en compte dans les besoins de la culture.

Dans le tableau suivant, les valeurs de Rf sont indiquées pour les grands types de sol présents en dans les départements 24, 33, 40, 47 et 64.

Tableau 3: Quantité d'azote non extractible par la culture (Rf)

Type de sol	Description de sols	Rf (kgN/ha)
Sols Superficiels	Argilo calcaire moyen à superficiel	15
	Boulbène moyenne à superficielle	
Sols Profonds	Alluvions limoneuses à argilo-limoneuses	30
	Alluvions sableuses et caillouteuses	
	Argiles (terreforts, palus)	
	Argilo calcaire profond	
	Boulbène profonde	
	Sables blancs	
	Sables limoneux	
	Sables noirs	
	Sols de marais	
	Touyas, terres noires	

b) Fournitures en azote du sol

♦ **Pi au 15 janvier: Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan**

La quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan au 15 janvier est calculée à partir du poids frais de la Matière Verte (MV) évalué par 2 fois :

- en Entrée Hiver (EH) avant la destruction des feuilles par le gel,
- puis en Sortie hiver (SH) juste avant le 1^{er} apport d'azote à la reprise de végétation.

En l'absence de gel, à défaut d'une double pesée, une pesée uniquement sera à réaliser en Sortie Hiver (SH) la 1^{ère} quinzaine de janvier dans les départements 24, 33, 40, 47 et 64.

Evaluation du poids frais

Le poids frais de la Matière Verte (MV) est évalué selon différentes méthodes :

1/ Evaluation du poids frais par double pesée ou par pesée Sortie Hiver (SH)

C'est la méthode la plus précise.

Le GREN recommande d'évaluer le poids frais de la Matière Verte par pesée sur tous les colzas et en particulier sur les gros colzas (Matière Verte > 1kg/m²) pour lesquels l'estimation visuelle peut être imprécise.

- Prélever le colza sur des placettes représentatives de la parcelle (1 m² chacune),
- 2 placettes si la parcelle est homogène et 4 placettes si la parcelle est hétérogène, en évitant les bordures,
- Couper le colza au ras du sol,
- Peser afin d'estimer le poids frais du colza sur la parcelle (en kg / m²).

2/ Evaluation par capteurs

Le poids frais de la Matière Verte peut également être estimé par télédétection satellitaire (*par exemple méthode Farmstar et autres*) par tout autre capteur sur différents supports (drone, téléphone portable...)

3/ Évaluation du poids frais par la méthode visuelle.

Utiliser la table de correspondance suivante : (en kg / m²)

TABLE DE CORRESPONDANCE

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

Calcul de Pi,

MV : poids de Matière Verte aérienne (kg/m²)

EH : entrée hiver

SH : sortie hiver (ouverture du bilan)

Nabs : Azote absorbé par la culture (Kg de N/ha)

avec Nabs = MV x coeff

coeff : coefficient de conversion de la biomasse verte aérienne en quantité d'azote absorbé

avec coeff EH = 50

coeff SH = 65

soit

Nabs EH = MV EH x 50

Nabs SH = MV SH x 65

Après la pesée (disponibilité de MV EH et/ou MV SH) :

En l'absence de gel hivernal :

- Si le poids de l'azote absorbé à la sortie de l'hiver (Nabs SH soit MV SH x 65) est supérieur ou égal au poids de l'azote absorbé à l'entrée de l'hiver (Nabs EH soit MV EH x 50),
ou
- Si le poids frais de la Matière Verte en Entrée Hiver MV EH n'est pas disponible,

⇒ alors $Pi = MV SH \times 65$

En cas de gel hivernal :

- Si le poids de l'azote absorbé à la sortie de l'hiver (Nabs SH soit MV SH x 65) est inférieur au poids de l'azote absorbé à l'entrée de l'hiver (Nabs EH soit MV EH x 50)

⇒ alors $Pi = (MV SH \times 65) + 0,5 (MV EH \times 50 - MV SH \times 65)$
1,35

(pour tenir compte du fait que la moitié de l'azote tombé au sol pendant l'hiver via les feuilles vertes gelées est minéralisé et réabsorbé par la culture).

Dans tous les cas,

- Si le poids frais de la Matière Verte en Sortie Hiver MV SH n'est pas disponible,
⇒ alors le calcul de Pi est impossible (impossibilité de calculer le bilan sans intégrer l'absorption automnale).

♦ **Ri au 15 janvier : Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan**

Deux solutions sont possibles pour ce poste :

- 1/ Mesure du reliquat azoté en sortie d'hiver au moyen d'une analyse de sol, dans le cas des parcelles pour lesquelles cette analyse est représentative.

Il est possible d'utiliser des références locales annuelles issues de réseaux de parcelles analysées. Ces références peuvent être d'accès publics ou privés. La valeur de Ri retenue doit correspondre à une situation comparable (localisation, type de sols, historique de fertilisation organique, itinéraire technique). L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant de l'origine de la valeur retenue.

- 2/ Estimation des valeurs du reliquat azoté en sortie d'hiver selon le paramétrage suivant :

Tableau 4: Valeurs de Ri par type de sol

Type de sol	Description de sols	Ri (kgN/ha)
Sols Superficiels	Argilo calcaire moyen à superficiel	20
	Boulbène moyenne à superficielle	
Sols Profonds	Alluvions limoneuses à argilo-limoneuses	30
	Alluvions sableuses et caillouteuses	
	Argiles (terreforts, palus)	
	Argilo calcaire profond	
	Boulbène profonde	
	Sables blancs	
	Sables limoneux	
	Sables noirs	
	Sols de marais	
	Tuyas, terres noires	

Pour un précédent légume le GREN recommande une analyse de reliquat.

♦ **M : Minéralisation nette de l'humus du sol et des résidus de récolte du précédent**

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

Dans le tableau suivant, des valeurs sont indiquées pour différents type de sol représentatifs des sols dans les départements 24, 33, 40, 47 et 64.

Tableau 5: Valeurs de M par type de sol

Type de sol	Description de sols	M (kgN/ha)
Sols Superficiels	Argilo calcaire moyen à superficiel	20
	Boulbène moyenne à superficielle	
Sols Profonds	Alluvions limoneuses à argilo-limoneuses	40
	Alluvions sableuses et caillouteuses	
	Argiles (terreforts, palus)	
	Argilo calcaire profond	
	Boulbène profonde	
	Sables blancs	
	Sables limoneux	
	Sables noirs	
	Sols de marais	
	Tuyas, terres noires	

♦ **Fleg : Supplément de fourniture d'azote lié à un précédent pois protéagineux**

Fleg = 25 unités / ha en cas de précédent pois protéagineux.

Sinon Fleg = 0.

♦ **Fass: Supplément de fourniture d'azote lié à des cultures compagnes**

Fass = 30 unités / ha si colza associé à un couvert de légumineuses gélives.
Sinon Fass = 0.

♦ **Mha : Fourniture d'azote liée à l'historique d'apport de PRO**

Tableau 6: Valeurs de Mha (kg N /ha)

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

♦ **Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation (kg N /ha)**

$$Nirr = \frac{(Q \text{ H}_2\text{O}) \times (T \text{ NO}_3)}{443}$$

où $Q \text{ H}_2\text{O}$ = Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm/ha)
et $T \text{ NO}_3$ = Teneur en nitrates (mg/l)

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence est :
 $T \text{ NO}_3 = 25 \text{ mg/l}$ de nitrates

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, il est conseillé de se référer à une analyse récente, et à défaut, la teneur régionale de référence est :
 $T \text{ NO}_3 = 40 \text{ mg/l}$ de nitrates

♦ **Xa : Fourniture d'azote par les Produits Résiduaux Organiques (PRO)**

Xa = Quantité de produit organique (t ou m^3 /ha) x teneur en N (kg N /t ou m^3) x keq bilan

où **Keq bilan** est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas l'apport peut être : soit de fin d'été/d'automne ou soit de printemps. (cf ANNEXE 5).

Si des Produits Résiduaux Organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de Xa s'additionnent.

2.5. LES PRAIRIES

Le raisonnement de la fertilisation azotée est basé sur l'équilibre entre les besoins de la plante et les apports en azote : fournitures par le sol (reliquats du précédent, minéralisation de l'humus, minéralisation des résidus de récoltes et de cultures intermédiaires), apports organiques, engrais minéraux.

La dose totale d'azote minéral à apporter à la culture est calculée comme suit :

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

2.5.1 Équation retenue

L'équation opérationnelle retenue est :

$$X = \frac{N_{\text{exp}} - (Mh + N_{\text{rest}} + FS + N_{\text{irr}})}{CAU} - Xa$$

Tableau 1 : Postes de l'équation pour le calcul de la fertilisation azotée

X	Fertilisation azotée minérale	Dose totale à apporter
N_{exp}	Quantité totale d'azote exportée par la prairie sur l'année ou besoin prévisionnel	Besoins en azote de la culture
Mh	Fourniture d'azote minéral par le sol (témoin fauchée non fertilisé sans légumineuses)	Fournitures du sol
N_{rest}	Contribution directe des restitutions azotées au pâturage de l'année	
FS	Fixation symbiotique des légumineuses prairiales	
N_{irr}	Azote apporté par l'eau d'irrigation	Apports autres que engrais minéral
Xa	Equivalent engrais minéral d'un produit organique	
CAU	Coefficient Apparent d'Utilisation	Efficacité de l'engrais

2.5.2 Références des postes

a) Besoins en azote de la culture

- ♦ N_{exp} : Quantité totale d'azote exportée par la prairie sur l'année ou besoin prévisionnel

$$N_{\text{exp}} = b \times y$$

Avec : b = besoin en azote de la prairie (exportations d'azote) et y = objectif de rendement

Pour déterminer le besoin en azote de la prairie « b », deux méthodes sont retenues selon le mode d'élevage de l'exploitation :

- La méthode DEXEL pour les exploitations à forte dominance d'élevages herbivores.
- méthode INRA dans les autres situations.

Méthode DEXEL :

Le besoin en azote de la prairie est défini dans le tableau suivant pour des troupeaux composés uniquement de vaches laitières ou d'autres animaux.

Tableau 2: besoin en azote de la prairie, méthode DEXEL

Type	Type d'animaux	b = Besoin N (kg / t de MS (matière sèche))
Herbe pâturée	Vaches laitières	28,8
	Autres animaux	24
Herbe ensilée	Vaches laitières	24
	Autres animaux	19,2
Herbe fauchée	Vaches laitières	24
	Autres animaux	14,4

Le besoin en azote de la prairie est fonction de la part des vaches laitières dans le troupeau de l'exploitation. Plus l'effectif de vaches laitières est important plus le besoin en azote de la prairie est fort. Pour un troupeau mixte, la formule de calcul est la suivante :

$$\frac{(\text{UGB fourrages Vaches laitières} \times b) + (\text{UGB fourrages Autres animaux} \times b)}{\text{Total UGB fourrages}}$$

Avec :

UGB fourrages Vaches laitières = Effectifs de vaches laitières x équivalent UGB pour 5 t MS / UGB / an

b = besoin en azote de la prairie défini dans le tableau dessus (pâturage, ensilage et fauche)

UGB fourrages Autres élevages = Effectifs Autres espèces x équivalent UGB pour 5 t MS / UGB / an

Total UGB fourrages = Somme UGB fourrages (Vaches laitières + Autres espèces)

Tableau 3: Références équivalents UGB (Unité Gros Bétail) fourrages pour une présence de 12 mois dans l'année

	Équiv. UGB pour 5 t MS/UGB/an
Bovins	
Vache laitière	1,05
Vache Nourrice, sans son veau	0,85
Femelle > 2 ans	0,70
Mâle > 2 ans	0,80
Femelle 1-2 ans	0,60
Mâle 1-2 ans, croissance	0,60
Mâle 1-2 ans, engraissement	0,60
Vache de réforme	0,60
Femelle < 1 an	0,30
Mâle 0-1 an, croissance	0,30
Mâle 0-1 an, engraissement	0,30
Broutard < 1 an, engraissement	0,30
Ovins (brebis)	
Agnelle	0,05
Agneau Engraissé Produit	0,03
Bélier	0,10
Brebis	0,10
Brebis laitière	0,10
Caprins (chèvre)	
Bouc	0,10
Chevreau Engraissé Produit	0
Chèvre	0,10
Chevrette	0,05
Equins	
Cheval	0,60
Cheval (lourd)	0,70
Jument seule	0,50
Jument seule (lourd)	0,60
Jument suitée	0,60
Jument suitée (lourd)	0,70
Poulain 6m-1an	0,25
Poulain 6m-1an (lourd)	0,30
Poulain 1-2 ans	0,50
Poulain 1-2 ans (lourd)	0,60

Exemple d'une prairie fauchée : exploitation de 50 vaches laitières (VL) - 12 génisses de moins de 1 an (G0), 12 génisses de 1 à 2 ans (G1) et 12 génisses de plus de 2 ans (G2).

Calcul des UGB fourrage : 50 VL X 1.05 = 52.50 UGN

12 G0 X 0.30 = 3.60 UGN

12 G1 X 0.60 = 7.20 UGN

12 G2 X 0.70 = 8.40 UGN Soit un total de 71.70 UGN

Calcul du coefficient de besoin azoté : $(52.50 \text{ UGB} \times 24 \text{ kg d'azote} / \text{t MS}) + (19.20 \text{ UGB} \times 14.40 \text{ kg d'azote} / \text{t MS}) = (1260 + 276.48) / 71.70 \text{ UGB}$

Le besoin azoté pour cette prairie est de 21.43 kg d'azote / t Ms.

Méthode INRA :

Tableau 4: besoin en azote de la prairie, méthode INRA

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

Pour déterminer l'objectif de rendement de la prairie « y » :

- pour les prairies non pâturées : utiliser le calcul de l'objectif de rendement décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

Lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes pour effectuer le calcul, peuvent être utilisées :

- des valeurs propres aux conditions locales de la culture auprès des Chambres d'Agriculture,
- à défaut, les valeurs suivantes : objectif de rendement (t de MS/ha)

Tableau 5: Rendements moyens par département (2010-2014). Source SCEES

	DORDOGNE	GIRONDE	LANDES	LOT-ET-GARONNE	PYRENEES-ATLANTIQUES
Prairies artificielles (t de MS/ha)	8,1	7,2	7,9	6,8	9,1
Prairies temporaires (t de MS/ha)	6,7	6,2	6,7	5,8	9,1
Prairies permanentes (t de MS/ha)	4,1	4,4	4,9	4,2	5,4

- pour les prairies pâturées : utiliser la méthode du bilan fourrager.

La méthode du bilan fourrager est présentée ci – après :

Rendement moyen par hectare au pâturage (t de MS) = $\frac{\text{Quantité d'herbe valorisée au pâturage (t de MS)}}{\text{Surface pâturée de l'exploitation}}$

Avec :

Quantité d'herbe valorisée au pâturage (t de MS) = Fourrage consommé par le troupeau – Consommation du maïs ensilage – Consommation des prairies fauchées et ensilées + / – Achat ou vente de fourrage

Fourrage consommé par le troupeau = Nombre d'animaux x équivalents UGB fourrages (pour 5 t de MS/UGB/an)

Consommation du maïs ensilage en t de MS, avec consommation = 80 % de la production.

Consommation des prairies fauchées et ensilées en t de MS, avec consommation = 80 % de la production

Achat ou vente de fourrage en t de MS : nombre de boules x poids d'une boule x 0.85

b) Fournitures en azote du sol

♦ Mh : Fourniture d'azote minéral par le sol

Tableau 6: fourniture d'azote minéral par le sol (kg N /ha)

Type de sol	Mh prairies
Alluvions limoneuses à argilo-limoneuses	70
Alluvions sableuses et caillouteuses	50
Argiles (terreforts, palus)	80
Argilo calcaire moyen à superficiel	60
Argilo calcaire profond	80
Boulbène moyenne à superficielle	50
Boulbène profonde	70

Type de sol	Mh prairies
Sables blancs	60
Sables limoneux	60
Sables noirs	60
Sols de marais	90
Touyas, terres noires	90

♦ **N_{rest} : Contribution directe des restitutions azotées au pâturage de l'année**

Tableau 7: contribution directe des restitutions azotées au pâturage de l'année (kg N /ha)

Rendement annuel (t de MS / ha)	Part de la pâture dans la production annuelle		
	> 75 %	50 à 75 %	< 50 %
≤ 6	25	15	10
6 et 7	30	20	12,5
7 à 8	35	25	15
8 à 9	37,5	27,5	17,5
≥ 9	40	30	20

♦ **FS : Fixation symbiotique des légumineuses prairiales**

Tableau 8: fixation symbiotique des légumineuses prairiales (kg N /ha)

Rendement annuel (t de MS / ha)	Proportion visuelle de trèfle	
	20 % été et 10 printemps	40 % été et 20 % printemps
≤ 6	30	55
6 et 7	35	65
7 à 8	40	75
8 à 9	42,5	85
≥ 9	45	95

♦ **N_{irr} : Azote apporté par l'eau d'irrigation (kg N /ha)**

$$N_{irr} = \frac{(Q \text{ H}_2\text{O}) \times (T \text{ NO}_3)}{443}$$

où Q H₂O = Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm/ha)

et T NO₃ = Teneur en nitrates (mg/l)

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence est :

T NO₃ = 25 mg/l de nitrates

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, il est conseillé de se référer à une analyse récente, et à défaut, la teneur régionale de référence est :

T NO₃ = 40 mg/l de nitrates

♦ **CAU: Coefficient Apparent d'Utilisation**

Le CAU est de 0,70.

♦ **X_a : Fourniture d'azote par les Produits Résiduels Organiques (PRO)**

X_a = Quantité de produit organique (t ou m³ /ha) x teneur en N (kg N /t ou m³) x keq

où Keq est le coefficient d'équivalence azote minéral de l'engrais organique apporté sur la prairie soit à l'automne, soit au printemps (cf ANNEXE 5)

Si des Produits Résiduels Organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de X_a s'additionnent.

3. ANNEXE 3 : CULTURES POUR LESQUELLES UNE ECRITURE OPERATIONNELLE DE LA METHODE DE LA DOSE PIVOT EST DISPONIBLE ET PARAMETREE

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 ...).

L'annexe 3 fixe les doses pivots et les règles d'ajustement à utiliser pour chacune des cultures concernées.

Ces doses correspondent à un apport d'azote maximum.

$X + N_{irr} + X_a \leq \text{Dose pivot}$

Un raisonnement de la fertilisation conduisant à des doses d'apport inférieures est recommandé.

3.1. LES NOYERS

3.1.1 Mode de calcul de la dose pivot

La dose d'azote prévisionnelle s'entend comme : $X + N_{irr} + X_a \leq \text{Dose pivot}$

Tableau 1 : Postes de l'équation pour le calcul de la fertilisation azotée

X	Fertilisation azotée minérale
N_{irr}	Azote apporté par l'eau d'irrigation
X_a	Fertilisation azotée organique

La dose pivot est déterminée :

- en fonction de l'objectif de rendement et de la vigueur pour les noyeraies en production :
- par arbre planté sur les plantations récentes

La dose d'azote prévisionnelle est exprimée en kg d'azote efficace par hectare.

3.1.2 Références des postes

♦ Dose pivot en azote sur noyeraie en production :

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

Lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes pour effectuer le calcul, peuvent être utilisées :

- des valeurs propres aux conditions locales de la culture auprès des Chambres d'Agriculture,
- à défaut, les valeurs suivantes : objectif de rendement (t/ha)

Tableau 2: Rendements moyens par département (2010-2014). Source SCEES

	DORDOGNE	GIRONDE	LANDES	LOT ET GARONNE	PYRENEES ATLANTIQUES
Noyer	16	-	-	-	-

Rendement et vigueur	dose pivot d'azote prévisionnelle en N (unités/ha)
1 t / ha	80 en 2 fois
2 t / ha avec vigueur forte	90 en 2 fois
2 t / ha avec vigueur faible	100 en 2 fois
3 t / ha avec vigueur forte	100 en 2 fois
3 t / ha avec vigueur faible	120 en 3 fois
4 t / ha avec vigueur forte	120 en 3 fois
4 t / ha avec vigueur faible	140 en 3 fois

♦ Dose pivot prévisionnelle en azote sur jeune noyeraie :

dose pivot = $d \times b$

avec d = nombre d'arbre/ha et b = besoin par arbre

Age de la noyeraie	Rayon d'épandage (conseil de pratique)	b (kg de N/ arbre)
1 an	1 m	0,1
2 ans	1,50 m	0,2
3 ans	2 m	0,3

♦ **Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation (kg N /ha)**

$$\text{Nirr} = \frac{(Q \text{ H}_2\text{O}) \times (T \text{ NO}_3)}{443}$$

où $Q \text{ H}_2\text{O}$ = Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm/ha)

et $T \text{ NO}_3$ = Teneur en nitrates (mg/l)

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence est :

$T \text{ NO}_3 = 25$ mg/l de nitrates

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, il est conseillé de se référer à une analyse récente, et à défaut, la teneur régionale de référence est :

$T \text{ NO}_3 = 40$ mg/l de nitrates

♦ **Xa : Fourniture d'azote par les Produits Résiduels Organiques (PRO)**

Xa = Quantité de produit organique (t ou m³ /ha) x teneur en N (kg N /t ou m³) x keq

où Keq est le coefficient d'équivalence azote minéral de l'engrais organique apporté soit à l'automne, soit au printemps (cf ANNEXE 5)

Si des Produits Résiduels Organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de Xa s'additionnent.

3.2. LE TOURNESOL

3.2.1 Mode de calcul de la dose pivot

La dose d'azote prévisionnelle s'entend comme : $X + N_{irr} + X_a \leq \text{Dose pivot}$

Tableau 1 : Postes de l'équation pour le calcul de la fertilisation azotée

X	Fertilisation azotée minérale
N_{irr}	Azote apporté par l'eau d'irrigation
X_a	Fertilisation azotée organique

La dose pivot est déterminée soit :

- En fonction du type de sol et/ou de l'objectif de rendement.
- Selon la méthode dite « Héliotest »

La dose pivot d'azote prévisionnelle est exprimée en kg d'azote efficace par hectare.

3.2.2 Références des postes

♦ Préalable :

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

Lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes pour effectuer le calcul, peuvent être utilisées :

- des valeurs propres aux conditions locales de la culture auprès des Chambres d'Agriculture,
- à défaut, les valeurs suivantes : objectif de rendement (q/ha)

Tableau 2: Rendements moyens par département (2010-2014). Source SCEES

	DORDOGNE	GIRONDE	LANDES	LOT ET GARONNE	PYRENEES ATLANTIQUES
Tournesol	23	25	25	25	25

♦ Détermination de la dose pivot d'azote prévisionnelle en fonction du type de sol et/ou de l'objectif de rendement :

Pour les tournesols non irrigués, les préconisations sont déterminées en fonction du type de sol **ET** de l'objectif de rendement,

Pour les tournesols irrigués, les préconisations sont déterminées uniquement par rapport à l'objectif de rendement, pas en fonction du type de sol.

Tableau 3: dose pivot en fonction du type de sol et/ou de l'objectif de rendement

Type de sol	Objectif de rendement	dose pivot d'azote prévisionnelle (unité / ha)		
		Reliquat azoté au semis faible (30 unités/ha)	Reliquat azoté au semis moyen (60 unités/ha)	Reliquat azoté au semis élevé (90 unités/ha)
Alluvions limoneuses à argilo-limoneuses	≥ à 35 q/ha	90	60	30
Alluvions sableuses et caillouteuses				
Argiles (terreforts, palus)				
Argilo calcaire profond				
Boulbène profonde				
Sables blancs				
Sables limoneux				
Sables noirs				
Sols de marais	≥ à 30 q/ha et < à 35 q/ha	75	45	15
Touyas, terres noires				
Argilo calcaire moyen	< à 30 q/ha	60	30	0
Boulbène moyenne				
Argilo calcaire superficiel				
Boulbène superficielle				

♦ Méthode « Héliotest »

La méthode HELIOTEST ne peut être utilisée que par les agriculteurs qui maîtrisent parfaitement la quantité d'azote apportée sur la bande témoin (fertilisation exclusivement minérale ou épandage homogène de produits résiduels organiques dont la valeur azotée précise est connue).

1^{ère} étape

L'agriculteur applique 60 à 80 unités d'azote sur une bande de la parcelle mais n'applique aucune fertilisation sur le reste 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.

Tableau 4: dose pivot méthode Héliotest

Dose pivot d'azote à apporter suivant le constat entre le stade 6 et 14 feuilles (kg N / ha)					
Stade d'apparition de la différence avec le témoin	Objectif de rendement				
	20-25 q / ha	25-30q / ha	30-35 q / ha	35-40 q / ha	40 q / ha et +
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 l'absence de différence avec le témoin entre le stade 6 et 14 feuilles.

♦ Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation (kg N /ha)

$$\text{Nirr} = \frac{(Q \text{ H}_2\text{O}) \times (T \text{ NO}_3)}{443}$$

où $Q \text{ H}_2\text{O}$ = Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm/ha)

et $T \text{ NO}_3$ = Teneur en nitrates (mg/l)

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence est :

$T \text{ NO}_3 = 25 \text{ mg/l}$ de nitrates

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, il est conseillé de se référer à une analyse récente, et à défaut, la teneur régionale de référence est :

$T \text{ NO}_3 = 40 \text{ mg/l}$ de nitrates

♦ Xa : Fourniture d'azote par les Produits Résiduels Organiques (PRO)

$Xa = \text{Quantité de produit organique (t ou m}^3 \text{ /ha)} \times \text{teneur en N (kg N /t ou m}^3 \text{)} \times \text{keq}$

où Keq est le coefficient d'équivalence azote minéral de l'engrais organique apporté soit à l'automne, soit au printemps (cf ANNEXE 5)

Si des Produits Résiduels Organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de Xa s'additionnent.

3.3. LE SOJA

3.3.1 Cas général : pas de fertilisation azotée

En tant que légumineuse, le soja ne demande pas de fertilisation azotée.

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

Dans ce cas, et seulement ce cas, la dose d'azote prévisionnelle est déterminée sur la base d'une dose pivot selon les recommandations du CETIOM.

3.3.2 Cas particulier : échec de nodulation

♦ Dose prévisionnelle en azote minéral en cas d'échec de la nodulation

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 (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).

alors un apport d'azote minéral peut exceptionnellement être réalisé.

Ces apports sont à réaliser entre le stade R1 (début floraison) et le stade R3 (premières gousses), en un ou de préférence deux apports.

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

Lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes pour effectuer le calcul, peuvent être utilisées :

- des valeurs propres aux conditions locales de la culture auprès des Chambres d'Agriculture,
- à défaut, les valeurs suivantes : objectif de rendement (q/ha)

Tableau 1: Rendements moyens par département (2010-2014). Source SCEES

	DORDOGNE	GIRONDE	LANDES	LOT ET GARONNE	PYRENEES ATLANTIQUES
Soja	23	25	25	26	26

Tableau 2: Dose pivot en cas d'accident de nodulation

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

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

3.4. LE KIWI

3.4.1 Mode de calcul de la dose pivot

La dose d'azote prévisionnelle s'entend comme : $X + N_{irr} + X_a \leq \text{Dose pivot}$

Tableau 1 : Postes de l'équation pour le calcul de la fertilisation azotée

X	Fertilisation azotée minérale
N_{irr}	Azote apporté par l'eau d'irrigation
X_a	Fertilisation azotée organique

La dose pivot combine :

- une dose relative au besoin des parties végétatives en fonction de l'âge de l'arbre
- une dose relative au besoin des fruits en fonction de l'objectif de rendement

La dose pivot se calcule de la manière suivante :

$$\text{Dose} = \text{Dose végétative} + \text{Coefficient fruits} \times \text{rendement}$$

La dose pivot d'azote prévisionnelle est exprimée en kg d'azote efficace par hectare.

3.4.2 Références des postes

- ♦ **Dose prévisionnelle en azote sur jeunes vergers de kiwis : pas ou peu de production de fruits, Dose pivot = dose végétative**

Tableau 2: Doses prévisionnelles en azote des jeunes vergers de kiwis (CTIFL 2012)

Age du verger	dose végétative d'azote prévisionnelle en N (unités/ha)
1 ère année	20
2 ème année	40
3 ème année et 4ème année entrée en production (a)	70

(a) pour de jeunes vergers présentant un potentiel de rendement proche d'un verger adulte, se reporter aux données des vergers en production (tableau 4).

Sur conseil d'expert, en fonction du niveau de vigueur, de la précocité d'aoûtement, de la formation des boutons floraux, la dose de fertilisant azoté peut être modulée, afin d'atteindre le développement optimum (+ ou – 30 kg/ha N). L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant de l'origine de la valeur retenue du conseil d'expert.

- ♦ **Dose pivot prévisionnelle en azote sur vergers en production :**

Le calcul de l'objectif de rendement est décrit dans l'article 2 de l'arrêté préfectoral.

Lorsque les références disponibles sur l'exploitation sont insuffisantes pour effectuer le calcul, peuvent être utilisées :

- des valeurs propres aux conditions locales de la culture auprès des Chambres d'Agriculture,
- à défaut, les valeurs suivantes : objectif de rendement (t/ha)

Tableau 3: Rendements moyens par département (2010-2014). Source SCEES

	DORDOGNE	GIRONDE	LANDES	LOT ET GARONNE	PYRENEES ATLANTIQUES
Kiwi (en t/ha)	19	18,8	18,7	18,6	18,4

Tableau 4: Calcul de la dose prévisionnelle en azote des vergers de kiwis en production

Age du verger	dose végétative d'azote prévisionnelle en N (unités/ha)		Coefficient pour la production de fruits		Rendement	Potentiel de rendement (t/ha)
À partir de la 5ème année	90	+	1,4	X	rendement	15 à 50 t

♦ **Nirr : Azote apporté par l'eau d'irrigation (kg N /ha)**

$$\text{Nirr} = \frac{(Q \text{ H}_2\text{O}) \times (T \text{ NO}_3)}{443}$$

où Q H₂O = Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm/ha)

et T NO₃ = Teneur en nitrates (mg/l)

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence est :

T NO₃ = 25 mg/l de nitrates

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, il est conseillé de se référer à une analyse récente, et à défaut, la teneur régionale de référence est :

T NO₃ = 40 mg/l de nitrates

♦ **Xa : Fourniture d'azote par les Produits Résiduels Organiques (PRO)**

Xa = Quantité de produit organique (t ou m³ /ha) x teneur en N (kg N /t ou m³) x keq

où Keq est le coefficient d'équivalence azote minéral de l'engrais organique apporté soit à l'automne, soit au printemps (cf ANNEXE 5)

Si des Produits Résiduels Organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de Xa s'additionnent.

4. ANNEXE 4 : CULTURES POUR LESQUELLES UNE DOSE TOTALE D'AZOTE PREVISIONNELLE EST PLAFONNEE PAR HECTARE

Pour les cultures présentées dans cette annexe, la méthode opérationnelle du bilan d'azote prévisionnel n'est pas applicable.

La limitation de l'épandage des fertilisants est assurée par la fixation d'une dose plafond d'azote total par hectare. Toutefois, un raisonnement de la fertilisation conduisant à des doses d'apport inférieures est recommandé.

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

La dose d'azote prévisionnelle tient compte des apports sous forme d'engrais minéral, d'eau d'irrigation, et d'engrais organique.

La dose d'azote prévisionnelle minérale s'entend comme : $X + N_{irr} + X_a \leq \text{Dose plafond}$

X	Fertilisation azotée minérale
N_{irr}	Azote apporté par l'eau d'irrigation
X_a	Fertilisation azotée organique

♦ **N_{irr} : Azote apporté par l'eau d'irrigation (kg N /ha)**

$$N_{irr} = \frac{(Q \text{ H}_2\text{O}) \times (T \text{ NO}_3)}{443}$$

où $Q \text{ H}_2\text{O}$ = Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm/ha)

et $T \text{ NO}_3$ = Teneur en nitrates (mg/l)

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence est :

$T \text{ NO}_3 = 25 \text{ mg/l}$ de nitrates

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, il est conseillé de se référer à une analyse récente, et à défaut, la teneur régionale de référence est :

$T \text{ NO}_3 = 40 \text{ mg/l}$ de nitrates

♦ **X_a : Fourniture d'azote par les Produits Résiduels Organiques (PRO)**

$X_a = \text{Quantité de produit organique (t ou m}^3 \text{ /ha)} \times \text{teneur en N (kg N /t ou m}^3 \text{)} \times \text{keq}$

où Keq est le coefficient d'équivalence azote minéral de l'engrais organique apporté soit à l'automne, soit au printemps (cf ANNEXE 5)

Si des Produits Résiduels Organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de X_a s'additionnent.

Le GREN recommande de fractionner les apports d'azote en fonction de la longueur du cycle de la culture et de ses besoins.

4.1. LES LEGUMINEUSES

En règle générale il n'y a pas d'apport d'azote sur les légumineuses.

Les seules exceptions sont les suivantes dans les seuls cas décrits :

CULTURE	PLAFOND en Kg d'azote/ha	CAS
Luzerne	30	Certaines situations particulières peuvent justifier une fertilisation azotée : > Sols avec un taux faible en matières organiques. C'est à dire dans les situations suivantes: - MO < 15 g/kg sur sol avec texture grossière (sable) - MO < 18-20 g/kg sur sol avec texture moyenne (limon) - MO < 22 g/kg sur sol avec texture fine (argile) - MO < 25 g/kg sur sol argilo-calcaire > Sols avec une matière organique se minéralisant lentement, c'est à dire C/N du sol > 12. L'apport peut être effectué pour faciliter le départ en végétation. L'azote doit être immédiatement utilisable. Il est important d'éviter les excès d'azote afin de ne pas nuire à l'établissement des nodosités.
Haricot vert	100	Bien qu'étant une légumineuse, la fertilisation azotée du haricot est proche de celles des légumes. Voir le détail dans le tableau des doses plafonnées pour les légumes
Haricot sec et demi-sec	100	
Pois potager	50	Certaines situations particulières peuvent justifier une fertilisation azotée : > conditions de levée difficiles (semis précoces, terres froides) > variétés courtes (favoriser l'élongation des entre-nœuds pour la récolte machine) > parasitisme conduisant à une absence de nodulation (maladies telluriques, larves de silitones)
Légumineuses autres	0	

Rappel, pour le soja, une dose pivot a été préconisée en cas d'échec de la nodulation.

4.2. L'ARBORICULTURE ET LA VIGNE

CULTURE	PLAFOND en Kg d'azote/ha
Pommiers,	100
Arboriculture hors noyers, kiwis et pommiers	120
Petits fruits : cassis, framboises, myrtilles, groseilles..	120
Vigne de table	210
Vigne de cuve	100

4.3. LES LEGUMES DE PLEIN CHAMP ET LES CULTURES MARAICHIERES

♦ Préalable :

Les cultures hors-sols sont entendues comme toute culture dont l'ensemble des apports et des rejets est maîtrisé.

Pour les cultures hors-sols, la maîtrise des rejets doit s'effectuer via la collecte des lixiviats et leur traitement si nécessaire. Ainsi, la maîtrise de la dose n'est pas l'élément prioritaire pour ces productions.

Les autres cultures sous serre doivent répondre, comme l'ensemble des cultures légumières, aux prescriptions relatives à l'équilibre de la fertilisation de ce chapitre.

♦ Doses plafond des cultures légumières :

CULTURE	RENDEMENT indicatif dans les départements 24, 33, 40, 47 et 64 en q/ha (récolte 2014)	Besoins (kg N/ha)	DOSE PLAFOND (kg de N/ha)
Ail	95	100-150	150
Artichauts	50	120-180	180
Asperges 1ère pousse	-	180-220	200
Asperges production	63	250-300	300
Aubergines plein champ	1000	150-250	250
Aubergines sous abri		200-300	300
Betteraves potagères	328	150-250	250
Bettes et cardes	-	150-250	250
Carottes	388	110-165	120
Céleris branches	300	180-220	220
Céleris raves	350	160-260	260
Chicorées frisées, scaroles et autres salades	300	89-152	145
Choux	240	150-250	250
Choux brocolis à jets	80	230	230
Choux de Bruxelles	100	180-210	210
Choux-fleurs	245	210-340	340
Concombres	3225	200-300	300
Courgettes	433	200-300	300
Echalotes	155	80-100	100
Epinards	180	185	220
Fraises précoce et saison	229	115-180	180
Fraises remontantes	247	250	250
Haricots à écosser et demi-secs (grain)	61	190	100
Haricots secs	18	190	100
Haricots verts et haricots beurre	110	160-180	100

CULTURE	RENDEMENT indicatif dans les départements 24, 33, 40, 47 et 64 en q/ha (récolte 2014)	Besoins (kg N/ha)	DOSE PLAFOND (kg de N/ha)
Laitues	307	60-120	120
Mâche	50	50-70	70
Melons	198	80-160	160
Navets potagers	250	80-120	120
Oignons blancs	246	120-150	150
Oignons de couleur	295	120-150	150
Persil	150	90-160	100
Petits pois (grain)	66	270	50
Poireaux	268	150-250	250
Poivrons et piments plein champ	705	150-250	250
Poivrons et piments sous abri		200-300	300
Pomme de terre industrie	251	250-280	280
Pomme de terre primeur	240	150-200	200
Radis	124	60	60
Salsifis et scorsonères	250	260	220
Tomates industrie	1129	120-180	160
Tomates plein champ		150	160
Tomates sous serres	2953	280-500	500

Source : CTIFL2012, GREN Aquitaine, DRAAF Aquitaine

4.4. LES CULTURES PORTE GRAINES A PLAFOND

CULTURE	PLAFOND en Kg d'azote/ha
Pâturin des prés	80
Ciboule	90
Choux potager – choux fourrager	125
Courge - courgette	120
Concombre	120
Cornichon	120
Melon	120
Citrouille - pâtisson	120

Source : FNMAS 2012,

4.5.AUTRES CULTURES

**Pour les cultures non mentionnées
dans les annexes 2, 3 et aux points 4.1, 4.2, 4.3 et 4.4 de l'annexe 4,
la dose totale d'azote efficace prévisionnelle est plafonnée à
210 kg N / ha.**

5. ANNEXE 5 : CALCUL DE LA FERTILISATION AZOTEE ORGANIQUE

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

Xa : Fourniture d'azote par les Produits Résiduaire Organiques (PRO)

$$Xa = Npro \times q \times Keq$$

avec : **Npro** = teneur en azote total du produit

q = volume ou masse de produit épandu par hectare

Keq = coefficient d'équivalence engrais minéral (coefficient d'équivalence azote)

Npro : Des valeurs guides de **teneur en azote** sont indiquées dans les tableaux suivants. L'analyse des matières organiques épandues est cependant préférable, en prenant soin de réaliser l'échantillonnage de façon représentative du lot à épandre.

Pour la détermination de la teneur en azote de l'effluent Npro, le GREN priorise les résultats d'analyses réalisées par l'exploitant.

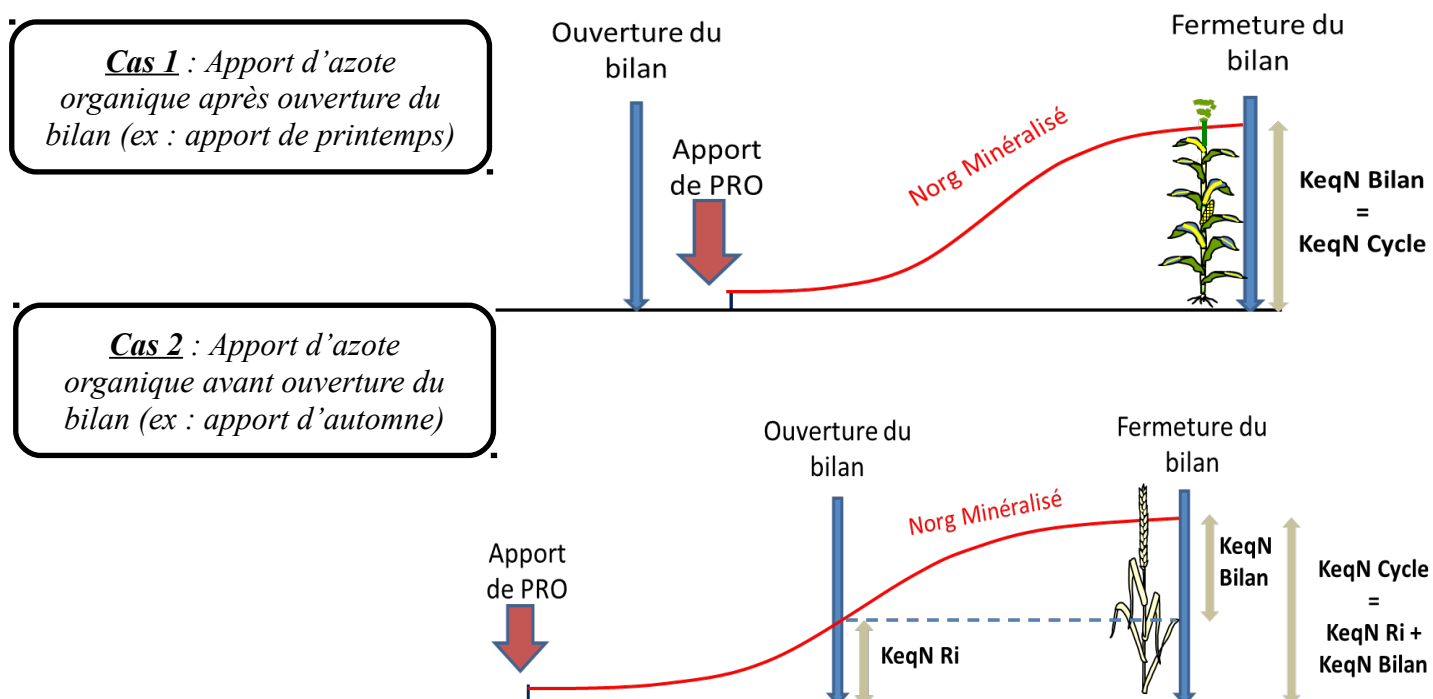
Le GREN recommande la réalisation d'analyses si la fertilisation azotée avec des PRO représente 50 % et plus de la fertilisation totale des cultures, dès lors que ces analyses ont une justification en raison d'une variabilité des teneurs en azote *a priori* importante, par exemple lorsque plusieurs effluents sont mélangés ou encore lors de l'utilisation de produits compostés.

Keq : Le **coefficient d'équivalence** varie en fonction du type de matière organique, de la culture réceptrice et de la période d'apport (le mode d'apport peut également modifier le Keq). Les valeurs indiquées sont des moyennes.

Quel coefficient d'équivalence (Keq) utiliser ?

Le coefficient d'équivalence (Keq) 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 fonction de la date d'apport des produits résiduaire organiques par rapport à la date d'ouverture du bilan. Les Keq à utiliser sont précisés dans les fiches cultures.



Par défaut, les valeurs des Npro et des différents Keq utilisés dans les calculs sont données dans les tableaux suivants à titre indicatif.

Il convient de s'assurer que les apports sont autorisés pour le type de fertilisant utilisé, la période, la culture, l'interculture ainsi que le secteur géographique selon le calendrier d'interdiction d'épandage en Zones Vulnérables.

Pour des engrais organiques non cités dans les tableaux suivants, l'exploitant se réfère aux données du fabricant concernant :

- la teneur en azote du produit : étiquette de composition du produit ou contrat de commercialisation ou plan d'épandage.
- le coefficient d'équivalence engrais minéral efficace (Keq) : soit il est précisé pour le produit, soit il est à calculer en fonction des indications données par le fabricant.

Ces valeurs seront également utilisées comme références pour le calcul de la fertilisation en lien avec les Mesures AgroEnvironnementales et Climatiques (MAEC Territorialisées et PHAE : Prime Herbagère AgroEnvironnementale).

				CULTURES D'AUTOMNE									CULTURES DE PRINTEMPS									PRAIRIES		AUTRES CULTURES	
Origine	Type de produit	Teneurs kg N/t	Nature	CEREALES A PAILLE							COLZA			MAÏS, Sorgho, Tabac											
				apports De fin d'été			apports d'automne			apports de Printemps	apport de fin d'été ou d'automne		apport après ouverture du bilan	apports De fin d'été			apports d'automne			apports de Printemps	apports d'automne	apports de Printemps	apports d'automne	apports de Printemps	
				Keq Ri	Keq Bilan	Keq cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan = Keq cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan = Keq cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan = Keq cycle	Keq	Keq	Keq	Keq	
Boues	Boues urbaines compostées (PHAE - MAE)	8	solide	0,11	0	0,11	0,09	0	0,09	0,08	0,1	nr	0,1	0,11	0	0,11	0,11	0	0,11	0,1	0,04	0,04	0,1	0,1	
	Boues Urbaines pâteuses (20 % MS) PHAE - MAE	10	solide	0,51	0	0,51	0,51	0	0,51	0,51	0,1	nr	0,3	0,51	0	0,51	0,51	0	0,51	0,51	0,15	0,35	0,25	0,3	
	Boues Urbaines liquides (PHAE - MAE)	3	liquide	0,53	0	0,53	0,51	0	0,51	0,51	0,2	nr	0,5	0,53	0	0,53	0,53	0	0,53	0,51	0,15	0,25	0,2	0,5	
Bovins	Composts de fumier de bovins (PHAE - MAE)	8	solide	0,05	0	0,05	0	0	0	0	0,12	0,2	0,2	0,05	0	0,05	0,05	0	0,05	0,05	0,04	0,04	0,15	0,2	
	Fumiers de bovins compacts de pente paillée	4,9	solide	0,33	0,05	0,38	0,28	0,05	0,33	0,26	0,1	0,2	0,3	0,36	0,05	0,41	0,31	0,05	0,36	0,29	0,15	0,25	0,2	0,3	
	Fumiers de bovins compacts d'étable entravée	5,3	solide	0,4	0,05	0,45	0,35	0,05	0,4	0,35	0,1	0,2	0,3	0,44	0,05	0,49	0,4	0,05	0,45	0,39	0,15	0,25	0,2	0,3	
	Fumiers de bovins mous de logettes (PHAE - MAE)	5,1	solide	0,33	0,05	0,38	0,28	0,05	0,33	0,26	0,1	0,2	0,3	0,36	0,05	0,41	0,31	0,05	0,36	0,29	0,15	0,25	0,2	0,3	
	Fumiers de bovins très compacts de litière accumulée (PHAE - MAE)	5,8	solide	0,26	0,05	0,31	0,21	0,1	0,31	0,19	0,1	0,2	0,3	0,31	0,05	0,36	0,26	0,1	0,36	0,23	0,15	0,25	0,2	0,3	
	Fumiers de bovins compact de pente paillée	4,9	solide	0,33	0,05	0,38	0,28	0,05	0,33	0,26	0,1	0,2	0,3	0,36	0,05	0,41	0,31	0,05	0,36	0,29	0,15	0,25	0,2	0,3	
	Fumiers de bovins mous de raclage	4,5	solide	0,36	0,05	0,41	0,31	0,05	0,36	0,31	0,1	0,2	0,3	0,41	0,05	0,46	0,36	0,05	0,41	0,35	0,15	0,25	0,2	0,3	
	Fumiers de bovins mixtes (CORPEN)	5,5	solide	0,4	0,05	0,45	0,35	0,05	0,4	0,35	0,1	0,2	0,3	0,44	0,05	0,49	0,4	0,05	0,45	0,39	0,15	0,25	0,2	0,3	
	Lisiers de bovins (dilué en système couvert)	2,7	liquide	0,5	0,05	0,55	0,49	0,05	0,54	0,46	0,15	0,4	0,5	0,54	0,05	0,59	0,5	0,05	0,55	0,49	0,15	0,35	0,2	0,5	
	Lisiers de bovins (pur en système couvert) (PHAE – MAE)	4	liquide	0,5	0,05	0,55	0,49	0,05	0,54	0,46	0,15	0,4	0,5	0,54	0,05	0,59	0,5	0,05	0,55	0,49	0,15	0,35	0,2	0,5	
	Lisiers de bovins (très dilué en système non couvert) (PHAE – MAE)	1,6	liquide	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,15	0,4	0,5	0,25	0,05	0,3	0,2	0,1	0,3	0,15	0,15	0,35	0,2	0,5	
	Lisiers de veaux dilués (PHAE - MAE)	2	liquide	0,64	0	0,64	0,63	0	0,63	0,63	0,15	nr	0,5	0,65	0	0,65	0,64	0	0,64	0,63	0,15	0,35	0,2	0,5	
	Lisiers de veaux purs (CORPEN)	2,86	liquide	0,64	0	0,64	0,63	0	0,63	0,63	0,15	nr	0,5	0,65	0	0,65	0,64	0	0,64	0,63	0,15	0,35	0,2	0,5	
	Purins de bovins dilués (PHAE - MAE)	0.4	liquide	0,55	0,05	0,6	0,53	0,05	0,58	0,53	0,1	nr	0,5	0,56	0	0,56	0,55	0,05	0,6	0,53	0,15	0,45	0,2	0,5	
	Purins de bovins purs	3	liquide	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	nr	0,5	0,25	0,05	0,3	0,2	0,1	0,3	0,15	0,15	0,45	0,2	0,5	
Caprin	Fumiers de caprins (PHAE - MAE)	6,1	solide	0,33	0,05	0,38	0,28	0,05	0,33	0,26	0,1	nr	0,3	0,36	0,05	0,41	0,31	0,05	0,36	0,29	0,15	0,25	0,2	0,3	
Ovins	Fumiers d'ovins 30 % MS (PHAE - MAE)	6,7	solide	0,34	0,05	0,39	0,29	0,05	0,34	0,29	0,1	nr	0,3	0,39	0,05	0,44	0,34	0,05	0,39	0,3	0,15	0,25	0,2	0,3	
	Fumiers d'ovins (CORPEN)	10,8	solide	0,34	0,05	0,39	0,29	0,05	0,34	0,29	0,1	nr	0,3	0,39	0,05	0,44	0,34	0,05	0,39	0,3	0,15	0,25	0,2	0,3	
	Lisiers d'ovins (PHAE - MAE)	7,7	liquide	0,53	0,05	0,58	0,51	0,05	0,56	0,51	0,15	nr	0,5	0,55	0,05	0,6	0,51	0,05	0,56	0,51	0,15	0,35	0,2	0,5	

nr : non référencé

Attention, ces situations ne sont pas recommandées et peuvent être interdites car elles présentent des risques de lixiviation importants : se référer au calendrier d'interdiction d'épandage

				CULTURES D'AUTOMNE									CULTURES DE PRINTEMPS								PRAIRIES		AUTRES CULTURES	
Origine	Type de produit	Teneurs kg N/t	Nature	CEREALES A PAILLE						COLZA			MAÏS, Sorgho, Tabac											
				apports De fin d'été			apports d'automne			apports de Printemps	apport de fin d'été ou d'automne		apport après ouverture du bilan	apports De fin d'été			apports d'automne			apports de Printemps	apports d'automne	apports de Printemps	apports d'automne	apports de Printemps
				Keq Ri	Keq Bilan	Keq cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan = Keq cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan = Keq cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan = Keq cycle	Keq	Keq	Keq	Keq
Volailles	Fientes de poules déshydratées (CORPEN)	20	solide	0,5	0	0,5	0,49	0	0,49	0,49	0,05	nr	0,6	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,15	0,45	0,3	0,6
	Fientes de poules pondeuses (10% MS)	6,8	solide	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,05	nr	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,15	0,45	0,3	0,6
	Fientes de poules pondeuses (humides 25% MS)	15	solide	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,05	nr	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,15	0,45	0,3	0,6
	Fientes de poules pondeuses (pré-séchées sur tapis 40% MS)	22	solide	0,51	0	0,51	0,51	0	0,51	0,51	0,05	nr	0,6	0,51	0	0,51	0,51	0	0,51	0,51	0,15	0,45	0,3	0,6
	Fientes de poules pondeuses (séchées en fosse profonde 80 % MS) (PHAE – MAE)	30	solide	0,51	0	0,51	0,51	0	0,51	0,5	0,05	nr	0,6	0,51	0	0,51	0,51	0	0,51	0,51	0,15	0,45	0,3	0,6
	Fientes de poules pondeuses (séchées sous hangar 80 % MS)	40	solide	0,5	0	0,5	0,49	0	0,49	0,49	0,05	nr	0,6	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,15	0,45	0,3	0,6
	Fumiers de dindes, à la sortie du bâtiment	27	solide	0,45	0	0,45	0,4	0,05	0,45	0,39	0,2	0,55	0,5	0,49	0	0,49	0,45	0,05	0,5	0,44	0,15	0,45	0,3	0,5
	Fumiers de dindes, Après stockage en conditions sèches	25	solide	0,44	0,05	0,49	0,39	0,05	0,44	0,36	0,2	0,55	0,5	0,45	0	0,45	0,43	0,05	0,48	0,4	0,15	0,45	0,3	0,5
	Fumiers de dindes, Après stockage en conditions humides	21	solide	0,44	0,05	0,49	0,39	0,05	0,44	0,36	0,2	0,55	0,5	0,45	0	0,45	0,43	0,05	0,48	0,4	0,15	0,45	0,3	0,5
	Fumiers de pintades, À la sortie du bâtiment	32	solide	0,44	0	0,44	0,4	0,05	0,45	0,38	0,2	0,55	0,5	0,45	0	0,45	0,43	0,05	0,48	0,43	0,15	0,45	0,3	0,5
	Fumiers de pintades, Après stockage en conditions sèches	29	solide	0,44	0	0,44	0,4	0,05	0,45	0,38	0,2	0,55	0,5	0,45	0	0,45	0,43	0,05	0,48	0,43	0,15	0,45	0,3	0,5
	Fumiers de pintades, Après stockage en conditions humides	24	solide	0,44	0	0,44	0,4	0,05	0,45	0,38	0,2	0,55	0,5	0,45	0	0,45	0,43	0,05	0,48	0,43	0,15	0,45	0,3	0,5
	Fumiers de poulets de chair, à la sortie du bâtiment	29	solide	0,43	0,05	0,48	0,38	0,05	0,43	0,34	0,2	0,55	0,5	0,44	0	0,44	0,43	0,05	0,48	0,39	0,15	0,45	0,3	0,5
	Fumiers de poulets de chair, après stockage en conditions sèches	26	solide	0,41	0,05	0,46	0,36	0,05	0,41	0,34	0,2	0,55	0,5	0,44	0	0,44	0,41	0,05	0,46	0,39	0,15	0,45	0,3	0,5
	Fumiers de poulets de chair, Après stockage en conditions humides	22	solide	0,41	0,05	0,46	0,36	0,05	0,41	0,34	0,2	0,55	0,5	0,44	0	0,44	0,41	0,05	0,46	0,39	0,15	0,45	0,3	0,5
	Fumiers autres volailles de chair Industrielles, Stockage en conditions Humides (PHAE – MAE)	22	solide	0,41	0,05	0,46	0,36	0,05	0,41	0,34	0,2	0,55	0,5	0,44	0	0,44	0,41	0,05	0,46	0,39	0,15	0,45	0,3	0,5
	Fumiers de poulets label, À la sortie du bâtiment	20	solide	0,43	0,05	0,48	0,38	0,05	0,43	0,34	0,2	0,55	0,5	0,44	0	0,44	0,43	0,05	0,48	0,39	0,15	0,45	0,3	0,5
	Fumiers de poulets label, Après stockage en conditions sèches	18	solide	0,6	0	0,6	0,58	0	0,58	0,58	0,2	0,55	0,5	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,15	0,45	0,3	0,5
	Fumiers de poulets label, Après stockage en conditions humides (PHAE - MAE)	12	solide	0,6	0	0,6	0,58	0	0,58	0,58	0,2	0,55	0,5	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,15	0,45	0,3	0,5
	Fumiers autres volailles de chair Industrielles (CORPEN)	29	solide	0,6	0	0,6	0,58	0	0,58	0,58	0,2	0,55	0,5	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,15	0,45	0,3	0,5
	Fumiers de canards prêt à gaver (PHAE - MAE)	5	solide	0,45	0	0,45	0,41	0,05	0,46	0,4	0,2	0,55	0,5	0,49	0	0,49	0,45	0,05	0,5	0,44	0,15	0,45	0,3	0,5
	Lisiers de pondeuses (10% MS)	6,8	liquide	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,05	nr	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,15	0,45	0,3	0,6
	Lisiers de canards (PHAE - MAE)	2,5	liquide	0,58	0	0,58	0,58	0	0,58	0,58	0,05	nr	0,6	0,58	0	0,58	0,58	0	0,58	0,58	0,15	0,45	0,3	0,6
	Lisiers de canards (10% MS)	4,4	liquide	0,58	0	0,58	0,58	0	0,58	0,58	0,05	nr	0,6	0,58	0	0,58	0,58	0	0,58	0,58	0,15	0,45	0,3	0,6
	Lisiers de canards (10 à 15% MS)	5,9	liquide	0,58	0	0,58	0,58	0	0,58	0,58	0,05	nr	0,6	0,58	0	0,58	0,58	0	0,58	0,58	0,15	0,45	0,3	0,6
	Lisiers de canards (> à 15% MS)	8,6	liquide	0,58	0	0,58	0,58	0	0,58	0,58	0,05	nr	0,6	0,58	0	0,58	0,58	0	0,58	0,58	0,15	0,45	0,3	0,6

nr : non référencé

Attention, ces situations ne sont pas recommandées et peuvent être interdites car elles présentent des risques de lixiviation importants : se référer au calendrier d'interdiction d'épandage

				CULTURES D'AUTOMNE										CULTURES DE PRINTEMPS									PRAIRIES		AUTRES CULTURES	
Origine	Type de produit	Teneurs kg N/t	Nature	CEREALES A PAILLE							COLZA			MAÏS, Sorgho, Tabac												
				apports De fin d'été			apports d'automne			apports de Printemps	apport de fin d'été ou d'automne		apport après ouverture du bilan	apports De fin d'été			apports d'automne			apports de Printemps	apports d'automne	apports de Printemps	apports d'automne	apports de Printemps		
				Keq Ri	Keq Bilan	Keq cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan = Keq cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan = Keq cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan = Keq cycle	Keq	Keq	Keq	Keq		
Porcins	Fumiers de porcs de litière accumulée (32,9 % de MS) (ITP) (PHAE - MAE)	7,2	solide	0,36	0,05	0,41	0,31	0,05	0,36	0,31	0,1	0,35	0,4	0,4	0,05	0,45	0,36	0,05	0,41	0,34	0,15	0,25	0,2	0,4		
	Fumiers de porcs de litière raclée (ITP)	9,1	solide	0,36	0,05	0,41	0,31	0,05	0,36	0,31	0,1	0,35	0,4	0,4	0,05	0,45	0,36	0,05	0,41	0,34	0,15	0,25	0,2	0,4		
	Fumiers de porcs (CORPEN)	4,1	solide	0,36	0,05	0,41	0,31	0,05	0,36	0,31	0,1	0,35	0,4	0,4	0,05	0,45	0,36	0,05	0,41	0,34	0,15	0,25	0,2	0,4		
	Lisiers de porcelets post - sevrage (ITP)	5,7	liquide	0,46	0,05	0,51	0,44	0,05	0,49	0,43	0,05	nr	0,6	0,5	0,05	0,55	0,46	0,05	0,51	0,45	0,15	0,45	0,3	0,6		
	Lisiers de porcs en finition (prélèvement sous caillebotis) (ITP)	7,9	liquide	0,53	0,05	0,58	0,51	0,05	0,56	0,51	0,05	nr	0,6	0,55	0,05	0,6	0,51	0,05	0,56	0,51	0,15	0,45	0,3	0,6		
	Lisiers de porcs mixte (prélèvement en fosse extérieure) (ARVALIS) (PHAE - MAE)	4	liquide	0,56	0	0,56	0,56	0,05	0,61	0,55	0,05	nr	0,6	0,59	0	0,59	0,56	0,05	0,61	0,56	0,15	0,45	0,3	0,6		
	Lisiers de porcs mixte (prélèvement en fosse extérieure) (ITP)	4,3	liquide	0,56	0	0,56	0,56	0,05	0,61	0,55	0,05	nr	0,6	0,59	0	0,59	0,56	0,05	0,61	0,56	0,15	0,45	0,3	0,6		
	Lisiers de porcs (CORPEN)	5	liquide	0,56	0	0,56	0,56	0,05	0,61	0,55	0,05	nr	0,6	0,59	0	0,59	0,56	0,05	0,61	0,56	0,15	0,45	0,3	0,6		
	Lisiers de truies gestantes (ITP)	2,8	liquide	0,59	0	0,59	0,59	0	0,59	0,59	0,05	nr	0,6	0,63	0	0,63	0,59	0	0,59	0,59	0,15	0,45	0,3	0,6		
	Lisiers de truies allaitantes et sa portée (ITP)	3,5	liquide	0,51	0,05	0,56	0,49	0,05	0,54	0,49	0,05	nr	0,6	0,54	0,05	0,59	0,51	0,05	0,56	0,5	0,15	0,45	0,3	0,6		
Lapins	Fumiers de lapins (PHAE - MAE)	7	solide	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert		
	Lisiers de lapins (PHAE - MAE)	9	liquide	0,35	0,05	0,4	0,3	0,05	0,35	0,29	dire d'expert	dire d'expert	dire d'expert	0,39	0,05	0,44	0,34	0,05	0,39	0,31	0,15	0,45	dire d'expert	dire d'expert		
Chevaux	Fumiers frais de chevaux	8,2	solide	0,34	0,05	0,39	0,29	0,05	0,34	0,29	0,1	nr	0,3	0,39	0,05	0,44	0,34	0,05	0,39	0,31	0,15	0,25	0,2	0,3		
Produit Sud-Ouest	Effluents viticoles	0.1	liquide	ng	ng	ng	ng	ng	ng	ng	0,1	nr	0,5	ng	ng	ng	ng	ng	ng	ng	0.15	0.35	0,2	0,5		
	Effluents prunicoles	0.02	liquide	ng	ng	ng	ng	ng	ng	ng	0,1	nr	0,5	ng	ng	ng	ng	ng	ng	ng	ng	ng	0,2	0,5		

ng : négligeable

nr : non référencé

Attention, ces situations ne sont pas recommandées et peuvent être interdites car elles présentent des risques de lixiviation importants : se référer au calendrier d'interdiction d'épandage

Pour les engrais organiques utilisés en agriculture biologique, les valeurs guides sont les suivantes :

				CULTURES D'AUTOMNE									CULTURES DE PRINTEMPS									PRAIRIES		AUTRES CULTURES	
Type de produit	C/N	Teneurs kg N/t	Nature	CEREALES A PAILLE							COLZA			MAÏS, Sorgho, Tabac											
				apports De fin d'été			apports d'automne			apports de Printemps	apport de fin d'été ou d'automne		apport après ouverture du bilan	apports De fin d'été			apports d'automne			apports de Printemps	apports d'automne	apports de Printemps	apports d'automne	apports de Printemps	
				Keq Ri	Keq Bilan	Keq cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan = Keq cycle	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan = Keq cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq cycle	Keq Ri	Keq Bilan	Keq Cycle	Keq Bilan = Keq cycle	Keq	Keq	Keq	Keq	
Guano	5	160	solide	0,7	0,23	0,93	0,7	0,23	0,93	0,7	0,23	0,93	0,7	0,7	0,23	0,93	0,7	0,23	0,93	0,7	0,35	0,7	0,35	0,7	
Farine de sang	4,7	114	solide	0,4	0,45	0,85	0,4	0,45	0,85	0,4	0,45	0,85	0,4	0,4	0,45	0,85	0,4	0,45	0,85	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	
Farine de plumes	4,8	100	solide	0,4	0,4	0,8	0,4	0,4	0,8	0,4	0,4	0,8	0,4	0,4	0,4	0,8	0,4	0,4	0,8	0,4	0,15	0,3	0,15	0,3	
Farine de viande	4,8	80	solide	0,3	0,4	0,7	0,3	0,4	0,7	0,3	0,4	0,7	0,3	0,3	0,4	0,7	0,3	0,4	0,7	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2	
Farine d'os	4,2	70	solide	0,3	0,4	0,7	0,3	0,4	0,7	0,3	0,4	0,7	0,3	0,3	0,4	0,7	0,3	0,4	0,7	0,3	0,15	0,3	0,15	0,3	
Tourteaux de ricin	8,4	57	solide	0,2	0,5	0,7	0,2	0,5	0,7	0,2	0,5	0,7	0,2	0,2	0,5	0,7	0,2	0,5	0,7	0,7	0,1	0,3	0,1	0,3	
Compost de déchets verts	variable	1,4	solide	0	ng	ng	0	ng	ng	0	ng	ng	0	0	ng	ng	0	ng	ng	ng	0	ng	0	ng	
Pour tous les autres engrais biologiques	voir Étiquette	voir Étiquette	voir Étiquette	si non indiqué, par défaut							si non indiqué, par défaut			si non indiqué, par défaut							si non indiqué, par défaut		si non indiqué, par défaut		
				0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25

ng : négligeable

nr : non référencé

Attention, ces situations ne sont pas recommandées et peuvent être interdites car elles présentent des risques de lixiviation importants : se référer au calendrier d'interdiction d'épandage

6. ANNEXE 6 : PRECONISATIONS POUR REALISER DES CAMPAGNES DE MESURES DU RELIQUAT SORTIE HIVER (RSH)

Les analyses d'azote minéral (azote nitrique et azote ammoniacal) du sol ont pour objectif de donner une image aussi fiable que possible des quantités d'azote présentes dans le sol à un moment donné et rapidement disponible pour la plante. Pour assurer la fiabilité des mesures, un certain nombre de précautions doivent être prises concernant le prélèvement, l'échantillonnage au champ et le transport des échantillons au laboratoire.

La mesure de l'azote dans le sol à la sortie de l'hiver contribue à l'ajustement du niveau de fertilisation azotée sur les cultures d'hiver et de printemps. Le niveau d'azote présent dans le sol à cette période est surtout fonction de la pluviométrie hivernale (zone plus ou moins arrosée), du type de sol et de la pression de fertilisation organique et minérale sur la parcelle. Le Reliquat Sortie Hiver représente le point de départ du bilan de l'azote dans la Méthode des Bilans. C'est également un des termes de la dose totale d'azote à apporter à la culture.

6.1. Périodes et Conditions de réalisation des prélèvements

Le RSH doit être mesuré à la fin du lessivage des pluies de l'automne - hiver, c'est à dire fin février - début mars. Pour des questions de fertilisation des céréales au tallage et du grand nombre de prélèvements à réaliser, la période de prélèvement peut commencer à la fin du mois de janvier. Pour ces parcelles analysées au début de la campagne, il sera nécessaire de corriger le niveau de RSH en fonction des pluies de fin janvier et de février. Le prélèvement devra se faire sur un sol ressuyé. En période pluvieuse, il faudra intervenir seulement 2 à 3 jours selon les sols après un épisode pluvieux.

Pour un travail de qualité, il ne faut jamais prélever sur un sol gelé, enneigé, sous la pluie et toujours avant tout apport azoté.

1.2. Matériel et accessoires nécessaires

- Tarière : dans tous les cas, la tarière sera graduée avec un adhésif couleur tous les 30 cm ou marquée dans la masse afin d'identifier les différents horizons.
- Seaux : pour éviter toute erreur d'identification entre les horizons, utiliser des seaux différenciés pour référencer les différents niveaux de prélèvements (0-30, 30-60, 60-90, 90-120). Il est important de veiller à ce que les seaux soient propres et surtout qu'ils n'aient pas contenu un engrais ou un concentré azoté.
- Couteau : pour décoller la terre de chaque côté de la sonde et nettoyer la carotte de terre.
- Quantité de terre : utiliser pour le prélèvement un récipient d'une contenance d'environ 100 grammes de terre.
- Sachets d'échantillonnage.
- Glacière et pain de glace : pour le stockage des échantillons du champ au laboratoire ou congelés rapidement.
- Fiche de renseignements "parcelle" du laboratoire : cette fiche est indispensable pour pouvoir interpréter le niveau de reliquat d'azote en particulier la fertilisation réalisée et les précédents culturaux.

6.3. Zone de prélèvements

Prélever dans une zone homogène environ 2000 m² (50 x 40 m), relativement plane et représentative de la parcelle. Il est impératif d'éviter les bas de pente, l'emplacement des anciens tas de fumier, des talus et de s'éloigner de l'entrée du champ. Joindre à la feuille de renseignements un plan sommaire de la parcelle et de la zone de prélèvement.

6.4. Méthode de prélèvements

L'idéal est de prélever sur toute la profondeur d'enracinement de la culture considérée, par horizon de 30 cm. En cas de sols très profonds (plateaux limoneux), il faut aller jusqu'à 120 cm, ce qui correspond à la profondeur d'enracinement potentielle d'un blé.

Pour chaque horizon, l'échantillon sera constitué par un minimum de 12 à 16 sondages ou « carottes ».

Deux méthodes :

- soit prélever sur une diagonale tous les 5 m de façon à bien prendre en compte la variabilité des pratiques de fertilisation et notamment celles liées aux épandages de déjections animales,
- soit prélever dans un cercle de 15 à 20 mètres de diamètre (autour d'un point de référence repéré par ses coordonnées Lambert).

Prélever sur toute la profondeur du sol par couche de 30 cm. A chaque sondage :

- retirer la terre qui se trouve à l'extérieur de la « carotte » en grattant les bords avec un couteau et supprimer les 2 cm ou plus de terre de la partie supérieure suivant la situation, ceci afin d'éviter toute contamination d'un horizon à l'autre,
- nettoyer le trou de prélèvements et la tarière.

Les prélèvements seront réalisés de préférence en fin de culture et avant le labour précédant la mise en place de la suivante.

6.5. Conservation des échantillons

Dès le prélèvement réalisé et les carottes mélangées, l'échantillon évolue très rapidement à température ambiante. Sans précautions particulières, la quantité d'azote nitrique et ammoniacal est susceptible d'évoluer rapidement en 24 heures. Il est impératif de placer les échantillons en glacière (avec pains de glace) dès la constitution des échantillons au champ.

Pour l'acheminement des échantillons du champ au laboratoire, trois possibilités sont envisageables :

- soit apporter les échantillons au laboratoire le jour même du prélèvement,
- soit les mettre au réfrigérateur à 4°C, maximum 48 heures,
- soit les congeler pendant au maximum 15 jours.

La congélation doit être rapide. L'échantillon doit parvenir congelé au laboratoire. Si celui-ci est éloigné, utiliser une caisse isotherme ou une glacière.

Sources :

Chambres d'Agriculture d'AQUITAINE - Julien MICHAU - Patrice MAHIEU
Chambre d'Agriculture de BRETAGNE
INRA – ARVALIS

7. ANNEXE 7 : DESCRIPTION DES SOLS DANS LES DEPARTEMENTS 24, 33, 40, 47 et 64

Définition des différents types de sol utilisés dans les annexes.

Les principales caractéristiques, la localisation fréquente et les noms locaux sont décrits..

			Description du type de sol					Noms communs donnés dans les départements et / ou localisation
N°	Types de sols	Profondeur d'enracinement (cm)	Caractéristiques générales	Composition type				
				% Argile	% CaCO3	% MO	% Cailloux	
1	Alluvions limoneuses à argilo-limoneuses	> 90 cm	Sols limoneux, limono - argileux à limono – sableux peu pourvus en matière organique. Sols non calcaires, plus ou moins sensibles à l'érosion et à la battance.	24	0	2	0	Alluvions des vallées de l'Isle de la Dordogne et de la Dronne ; Bordure de la Dronne ; Sud Adour ; fonds de vallée du Lot, de la Garonne et localement sur Baïse, Gers et Avance ; vallées des Gaves (Gave de Pau, Gave d'Oloron, Luys...)
2	Alluvions sableuses et caillouteuses	60 à 80 cm		18	0	1.7	25	Graves et Alluvions de vallée (présentes rive gauche de la vallée de l'Isle) ; Bordure de l'Isle ; les « grilles » de l'Adour ; sur secteurs graveleux ; vallées des Gaves (Gave de Pau, Gave d'Oloron, Luys...)
3	Argilo calcaire moyen à superficiel*	25 à 50 cm	Argilo - calcaires superficiels et moyens argile supérieur à 30 % Comprend les rendzines (teneur en cailloux > à 20% - taux de calcaire > 20%), * dont argile sidérolithique	53	5	4	0	Champagnes légères à moyennes du Ribéracois et Périgord Blanc, Terres de Groies, Causses du Périgord Noir (causses verts et causses du Périgord), Calcaires Tertiaires du Sud Bergeracois ; Entre 2 mers ; Secteur Toumon d'Agenais et Lémance
4	Argilo calcaire profond	> 90 cm	En moyenne : Teneur en cailloux < 5 % ; Taux de calcaire > 20 % ; Taux d'argile > 30 %	43	6	2.4	0	Argileux profonds avec calcaire actif : Champagnes profondes du Ribéracois, Terreforts calcaires du Sud Bergeracois et Argilo - calaires profonds du Périgord Noir (sols bruns calcaires des combes et des dolines) ; Entre 2 mers ; Coteaux sud et nord Lot-et-Garonne, pays de Serres
5	Argiles (terreforts, palus)	40 à 70 cm	Taux d'argile > 30 %	43	10	2.4	0	Garonne ; Coteaux sud et nord Lot-et-Garonne, pays de Serres
6	Boulbène moyenne à superficielle	50 à 70 cm	De couleurs claires, riches en sables, plus pauvres en argiles et sans calcaire. Elles sont très battantes avec un pH acide	15	0	1.5	0	terrasse de Garonne ; Sols de Chalosse, Vallée du Luy, Vallée de l'Adour ; moyenne terrasse de la vallée du Lot-et de la Garonne ainsi que le secteur Bouglon-Buzet ; Coteaux Béarn et Pays Basque
7	Boulbène profonde	> 90 cm		15	0	1.5	0	1^{ère} terrasse de Garonne ; Sols de Chalosse, Vallée du Luy, Vallée de l'Adour ; Premières terrasses des vallées au-dessus des alluvions de fonds de vallée ; Coteaux Béarn et Pays Basque
8	Sables blancs	50 cm	Sols profonds sableux et sablo - limoneux. Sols acides où galets, sables et argiles sont mêlés (les sables dominant largement en surface) Sables blancs : Podzols	1	0	1.5	0	Sables des landes
9	Sables limoneux	40 à 80 cm	Sols acides, ph < 5,5 , argile 5 à 10 % en surface. Sables > 50 %	7	0	2	0	Sables du Périgord (Double et Landais) et Sidérolithique, Sols du socle cristallin du nord est du département ; Sables du Bazadais, sables de la Double ; sables du Marsan
10	Sables noirs	50 cm	Sols profonds sableux et sablo - limoneux. Sols acides où galets, sables et argiles sont mêlés (les sables dominant largement en surface) Sables noirs (60-90) : Podzols humiques	1	0	5	0	Sables des landes girondines ; sables noirs de la lande (humide ou sèche) ; Bordure landes de gascogne du département
11	Sols de marais	80 cm		53	5	4	0	Bordure d'estuaire de gironde, Bord de garonne jusqu'à Langon, Bord de Dordogne jusqu'à Castillon
12	Touyas, terres noires	> 90 cm	Sols limoneux ou limoneux - argileux acides, souvent bien pourvus en matière organique (Teneur en matière organique > 3,50 %)	16	0	5	0	Vallée du Louts et du Gabas, Sud du Luy ; Touyas, terres noires

24, 33, 40, 47, 64

8. ANNEXE 8 : EVITER OU REDUIRE LA PERTE AMMONIACALE PAR DES PRATIQUES ADAPTEES

Le calcul de la dose prévisionnelle d'azote ne doit pas tenir compte *a priori* de la volatilisation ammoniacale des engrais minéraux et se place dans la configuration « potentielle » d'efficacité maximale de l'engrais azoté.

D'une manière générale, toutes les pratiques culturales qui tendent à maximiser l'efficacité de l'azote apporté (maximisation du coefficient d'utilisation de l'azote) doivent être privilégiées :

1) Sur culture de printemps en pré-semis ou au semis/plantation: incorporer les engrais à base uréique et ammoniacale et ne pas anticiper l'apport d'azote de plus de 15 jours avant l'implantation (afin de limiter également l'organisation microbienne).

2) Sur culture de printemps type Maïs, Sorgho, Tournesol (fort écartement inter-rang) **avec apport en végétation:** incorporer l'azote en profondeur (10-15 cm fertiliseur à coutre type «Magendie») ou à défaut par un binage/désherbinage superficiel (moindre efficacité).

3) Sur cultures d'hiver ou céréales de printemps avec apport en végétation, épandre peu avant un épisode pluvieux prévu ou déclencher une irrigation de 10 à 15 mm après épandage quand c'est possible. Dans les limites du réalisable (organisation de chantier, stade de passage), différer un apport plutôt que de risquer de perdre jusqu'à 20-30 % de l'azote apporté.

Avec la solution azotée, épandre de préférence en soirée afin d'éviter les conditions très favorables à la volatilisation de la journée et de limiter les brûlures du feuillage.

4) En sol à pH élevé (pH > 7.5), quand c'est possible, éviter le recours aux engrais les plus sensibles à la volatilisation risquant une pénalisation du rendement et de la qualité.

5) Eviter les apports en conditions ventées et par températures élevées (le vent nuit également à la précision de l'épandage).

Source : site internet du COMIFER,
<http://www.comifer.asso.fr/index.php/fr/bilan-azote/ref-complementaires.html>
rubrique « Prise en compte de la volatilisation ammoniacale des engrais minéraux ».