

## Annexe 2.2.b :

### Fertilisation du MAÏS (grain et ensilage) et du SORGHO Méthode bilan avec CAU

Départements : 24, 33, 40, 47, 64, 19, 23, 87

#### Équation bilan retenue

Pour tous les types de sol, l'équation opérationnelle retenue est :

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

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 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 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 :

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

Avec :

**X** : Fertilisation azotée minérale

**N<sub>minéral avant 4 feuilles</sub>** : Apport d'azote minéral utile avant 4 feuilles

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

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

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

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

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

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

**MrCi** : Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

**Nirr** : Apport d'azote par l'eau d'irrigation

**CAU** : Coefficient apparent d'utilisation

**Xa** : Équivalent engrais minéral de l'azote fourni par les produits résiduels organiques

Pour être valables, tous les termes du bilan doivent être calculés, mesurés ou évalués à la même date. Ainsi, la date de prélèvement et donc de mesure de Ri est aussi la date d'ouverture du bilan.

Pour les cultures d'hiver, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant tout apport minéral ou organique sur la culture et de préférence après la phase de drainage la plus importante.

Pour les cultures de printemps, il est recommandé d'ouvrir le bilan avant le semis et aussi avant les apports organiques ou minéraux.

# 1. Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (Pf)

$$Pf = b \times y$$

Avec :

**b** : Besoin en azote de la céréale par unité de production (quintal ou tonne) (cf. tableau 1)

**y** : Objectif de rendement

## 2) Besoin d'azote de la culture par unité de production (b)

Tableau 1 : Quantité d'azote nécessaire pour produire une unité de production :

Type	Rendement	Valeur de 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 pop-corn	-	4.1	
Maïs fourrage	<14 t MS/ha	14	tonne de matière sèche
	14 à ≤ 18 t MS/ha	13	
	> 18 t MS/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	tonne de matière sèche
	10 à ≤ 15 t MS/ha	14	
	> 15 t MS/ha	12.5	

Source : Arvalis – Institut du Végétal

## b) Objectif de rendement (y)

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

## c) 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 3a). 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 3b).

Tableau 3a : 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 <sub>2</sub> O (q/ha)	Besoin en azote : Pf semences femelle (kgN/ha)
< 10	70
[10 ; 15[	85
[15 ; 20[	95
[20 ; 25[	105
[25 ; 30[	115
[30 ; 35[	125

Objectif de rendement des rangs femelles à 15 % H <sub>2</sub> O (q/ha)	Besoin en azote : Pf semences femelle (kgN/ha)
[35 ; 40[	130
[40 ; 45[	135
[45 ; 50[	140
[50 ; 55[	145
[55 ; 60[	150
[60 ; 70[	155
≥ 70	165

Source : Arvalis – Institut du Végétal

Tableau 3b : Coefficients d'occupation des sols des rangs femelles :

Dispositif de semis	6 x 3	6 x 2	4 x 2 normal	4 x 2 réduit	4 x 3	2 x 1 x 2 x 2 réduit	2 x 2	Inter-planting	Semences de base
COF	0,75	0,77	0,69	0,71	0,67	0,63	0,57	0,67	1

Source : Arvalis - Institut du Végétal

## 2. Quantité d'azote présent dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Le 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 en kgN/ha pour les différents types de sol (cf. annexe 7 : description des sols).

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

Type de sol	Rf (kgN/ha)
Sols argilo-calcaires	30
Sols sableux	10
Sols de fond de vallées, terres noires	30
Sols de marais argileux sodiques	(*)
Sols limoneux	30
Sols de terrasses de vallées	15
Sols sur granite	(*)
Sols argileux à sablo argileux	40

Source : GREN

(\*) Pour les sols de marais argileux sodiques, utiliser la valeur des sols de fond de vallées, terres noires. Pour les sols sur granite, utiliser la valeur des sols argileux à sablo-argileux.

## 3. Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri)

Les valeurs à utiliser sont décrites dans l'article 8 de l'arrêté préfectoral.

**Ri** est le reliquat d'azote disponible au semis. Deux solutions sont possibles pour renseigner ce paramètre :

- a) Mesure du reliquat azoté avant le semis ;
- b) Estimation des valeurs du paramètre **Ri** en fonction du type du précédent.

### a) Mesure du reliquat azoté (Ri)

Mesure du reliquat azoté **Ri** avant le semis au moyen d'une analyse de sol réalisée selon les recommandations de l'annexe 6.

## b) Estimation des valeurs de 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. (cf. article 8.1° de l'arrêté préfectoral).

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

Dans un premier temps, on calcule la quantité d'azote potentiellement lixiviable (APL), puis on détermine la valeur de **Ri** à partir du tableau 8 en fonction de la pluviométrie depuis le 1<sup>er</sup> 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 5 : Paramètres de l'équation pour le calcul de l'APL :

<b>APL</b>	Azote potentiellement lixiviable ; soit la quantité d'azote minéral présent dans le sol avant lixiviation	tableau 8	
<b>Valeur A</b> <sup>1</sup>	Azote fourni à la culture précédente par la minéralisation	tableau 6	Bilan azoté du précédent
<b>X<sub>Précédent</sub></b>	Fertilisation azotée minérale apportée au précédent		
<b>Xa<sub>Précédent</sub></b> <sup>2</sup>	Équivalent engrais minéral d'un produit organique apporté au précédent		
<b>Mhp<sub>Précédent</sub></b>	Effet d'un retournement de prairie avant le <b>précédent</b>	tableau 13	
<b>MrCi<sub>Précédent</sub></b>	Minéralisation nette de la culture intermédiaire avant le précédent	tableau 15	
<b>Pf<sub>Précédent</sub></b> <sup>3</sup>	Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan		
<b>Coef RPR</b>	Coefficients de correction d'un excès d'azote du bilan de la culture précédente	tableau 7	
<b>Xa<sub>avant ouverture</sub></b> <sup>4</sup>	Équivalent engrais minéral d'un produit organique apporté avant l'ouverture du bilan		

<sup>1</sup> **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 chaque année par Arvalis – Institut du Végétal. Elle est disponible sur le site internet de la DREAL chaque début d'année. À défaut, les valeurs indicatives suivantes (en kgN/ha) peuvent être utilisées en fonction des conditions climatiques de l'année précédente :

Tableau 6 : Valeurs A pour le Sud-Ouest :

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

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

$${}^2 X_{a\text{Précédent}} = \frac{\text{quantité de produit organique apportée au précédent}}{\text{(t/ha ou m}^3\text{/ha)}} \times \frac{\text{teneur en N}}{\text{(kg N /t ou m}^3\text{)}} \times \text{Keq}_{\text{cycle}}$$

Avec  $\text{Keq}_{\text{cycle}}$  : coefficient d'équivalence azote minéral sur le cycle de la culture (cf. annexe 5.a)

$${}^3 P_{f\text{Précédent}} = \frac{\text{rendement réalisé par le précédent}}{\text{par le précédent}} \times \frac{\text{besoin N unitaire du précédent}}{\text{du précédent}}$$

Les valeurs des besoins unitaires en azote du précédent sont données dans le tableau 7.

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

où  $\text{Keq}_{\text{Ri}}$  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.a).

Tableau 7 : 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 (kgN/q ou kgN/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 <sup>(1)</sup>	0,27
Blé tendre pailles restitués	3 <sup>(1)</sup> + 0,3	0,27
Blé dur pailles enlevées	3,5 <sup>(1)</sup>	0,27
Blé dur pailles restitués	3,5 <sup>(1)</sup> + 0,3	0,27
Colza	7	0,4
Maïs doux épis + spathes	12 <sup>(2)</sup>	0,48
Maïs doux épis dépouillés	10 <sup>(2)</sup>	0,48
Maïs fourrage	13 <sup>(2)</sup>	0,48
Maïs grain	2,2 <sup>(2)</sup>	0,48
Maïs semence	5,7	0,48
Orge pailles enlevées	2,5 <sup>(1)</sup>	0,27
Orge pailles restituées	2,5 + 0,3 <sup>(1)</sup>	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

Source : Arvalis – Institut du Végétal

(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 8 : Valeurs de Ri par type de sol en fonction de l'APL et de la pluviométrie :

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
Sols argilo-calcaires	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
Sols sableux	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 fond de vallées, 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
Sols de marais argileux sodiques	0	-								
Sols limoneux	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
Sols de terrasses de vallées	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
Sols sur granite	-	-								
Sols argileux à sablo argileux	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

Source : Arvalis – Institut du Végétal

## **CAS n° 2 : Valeur du Ri pour un précédent légumineuse**

Dans un premier temps, on calcule la quantité d'azote potentiellement lixiviable (APL), puis on détermine la valeur de Ri à partir du tableau 8 en fonction de la pluviométrie depuis le 1<sup>er</sup> octobre et selon le type de sol.

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

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

	Reliquat avant lixiviation (kgN/ha)
Pois	$30 + 0,5 \times \text{Valeur A}$
Féverole, lupin	$20 + 0,4 \times \text{Valeur A}$
Soja	$20 + 0,3 \times \text{Valeur A}$

Source : Arvalis – Institut du Végétal

Références des paramètres de l'équation, A et  $X_a$  avant ouverture : cf cas n° 1

## **CAS n° 3 : Valeur du Ri pour un précédent prairie ou jachère**

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

		Ri (kgN/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	Pâturage 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 + pâturage	$17.5 + 0.3 \times A$	$52.5 + 0.3 \times A$	$70 + 0.3 \times A$	$10 + 0.4 \times A$	$20 + 0.4 \times A$
	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	/	$25 + 0.3 \times A$	$75 + 0.3 \times A$	$100 + 0.3 \times A$	$20 + 0.4 \times A$	$20 + 0.4 \times A$

Source : Arvalis - Institut du Végétal

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

## **CAS n° 4 : Valeur du Ri si une culture intermédiaire précède la culture**

Tableau 11 : Reliquat d'azote disponible dans le sol pour la culture après une culture intermédiaire (Ri) :

Type de sol	Ri après une culture intermédiaire (kgN/ha)
Sols argilo-calcaires	40
Sols sableux	15
Sols de fond de vallées, terres noires	30
Sols de marais argileux sodiques	-
Sols limoneux	30
Sols de terrasses de vallées	30
Sols sur granite	-
Sols argileux à sablo argileux	40

Source : GREN

## 4. Minéralisation de l'humus (Mh)

Le paramètre **Mh** 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. **Mh** dépend du type de culture, du type de sol et du type d'exploitation afin d'intégrer l'influence de la fertilisation organique. Dans le tableau 12, les valeurs de **Mh** sont indiquées (en kgN/ha) pour les différents types de sol :

Tableau 12 : Minéralisation nette de l'humus disponible pour la culture (Mh) :

Type de sol	Minéralisation nette de l'humus (kgN/ha)		
	Maïs et sorgho (grain et ensilage) SEC	Maïs et sorgho (grain et ensilage) IRRIGUÉ	Maïs doux et semence
Sols argilo-calcaires	25	35	20
Sols sableux	55	70	40
Sols de fond de vallées, terres noires	35	45	25
Sols de marais argileux sodiques	-	-	-
Sols limoneux	45	60	35
Sols de terrasses de vallées	45	55	30
Sols sur granite	-	-	-
Sols argileux à sablo argileux	30	40	20

Source : GREN

## 5. Minéralisation nette due à un retournement de prairie (Mhp)

Le paramètre **Mhp** est la quantité d'azote disponible suite à la destruction d'une prairie pour les cultures qui suivent. La valeur de **Mhp** (en kgN/ha) dépend de la période de destruction, du mode d'exploitation et de l'âge de la prairie.

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

Destruction de printemps :

Rang culture post-destruction	Type de production	Mode d'exploitation	Âge de la prairie				
			< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1 <sup>re</sup> culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	20	60	100	120	140
		Fauche + pâture	14	42	70	84	98
		Fauche intégrale	8	24	40	48	56
	Association graminées-légumineuses	/	20	60	100	120	140
2 <sup>e</sup> culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	0	0	25	35	40
		Fauche + pâture	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
1 <sup>re</sup> culture après destruction	Graminées pures	Pâture intégrale	10	30	50	60	70
		Fauche + pâture	7	21	35	42	49
		Fauche intégrale	4	12	20	24	28
	Association graminées-légumineuses	/	10	30	50	60	70
2 <sup>e</sup> culture après destruction	/	/	0	0	0	0	0

Source : GREN

## 6. Minéralisation des résidus de culture du précédent (Mr)

Le tableau 14 donne la valeur de **Mr** (en kgN/ha) selon la nature de la culture précédente :

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

Nature du précédent	Mr (kgN/ha)	
	Ouverture du bilan en sortie hiver	Ouverture du bilan en avril*
Betterave	20	10
Carotte	10	0
Céréales, pailles enfouies	-20	-10
Céréales, pailles enlevées ou brûlées	0	0
Colza	20	10
Culture intermédiaire	0	0
Endive	10	0
Féverole	30	20
Lin fibre	0	0
Lupin	20	10
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+1	40	30
Luzerne (retournement fin été / début automne) : année n+2	20	20
Luzerne (retournement de printemps)	60	60
Maïs fourrage	0	0
Maïs grain (y compris maïs semence, maïs doux...)	-10	0
Pois, haricots de conserve	20	10
Pois protéagineux	20	10
Pomme de terre	20	10
Prairie	0	0
Ray-grass dérobé	-30	0
Soja	20	10
Sorgho (ensilage ou grain)	-10	0
Tournesol	-10	0

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

Source : COMIFER

## 7. Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCi)

Le paramètre **MrCi** est la quantité d'azote disponible pour des cultures intermédiaires restituées (couverts d'interculture exportés ou couverts d'interculture non exportés).

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

	Production de la culture intermédiaire (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie d'hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		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

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

Source : COMIFER

## 8. Azote apporté par l'eau d'irrigation (Nirr)

La quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation est obtenue par le calcul suivant :

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

Avec :

**Q H<sub>2</sub>O** : Quantité d'eau d'irrigation prévue (mm)

**T NO<sub>3</sub>** : Teneur en nitrates (mg/L)

L'apport azoté ne sera pris en compte que si la quantité d'eau prévue est supérieure à 100 mm. Sinon, il sera considéré comme négligeable.

Dans le cas d'utilisation d'une eau superficielle, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO<sub>3</sub> = 25 mg/L de nitrates.**

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, la teneur régionale de référence en azote de l'eau d'irrigation est : **T NO<sub>3</sub> = 40 mg/L de nitrates**.

Les tableaux suivants font la correspondance entre la hauteur d'eau prévue et le nombre d'unités d'azote apporté, sur la base du calcul ci-dessus :

Azote apporté par une eau d'irrigation souterraine (T NO <sub>3</sub> = 40 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	9	11	13	14	16	18	20	22

Azote apporté par une eau d'irrigation superficielle (T NO <sub>3</sub> = 25 mg/L)								
Hauteur d'eau prévue (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Azote apporté (kgN/ha)	6	7	8	9	10	11	12	14

Dans le cas d'utilisation d'une eau souterraine, l'exploitant peut retenir une concentration en nitrates inférieure à 40 mg/L à condition de la justifier par :

- La mesure de la concentration en nitrates. Dans ce cas, une analyse d'eau ou une estimation de la concentration en nitrates par la méthode de la bandelette doit être faite pendant la période d'irrigation ;
- L'utilisation de références locales annuelles issues de réseaux d'analyse de teneur en azote de l'eau d'irrigation. Ces références peuvent être d'accès publics ou privés, et fournies par des organismes professionnels techniques.

L'agriculteur tient alors à disposition de l'administration un document attestant l'origine de la valeur retenue.

## 9. Coefficient apparent d'utilisation (CAU)

Le coefficient apparent d'utilisation de l'engrais par la culture (**CAU**) 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 :

$$N_{\text{minéral avant 4 feuilles}} = \text{Dose d'azote minéral apportée avant 4 feuilles} \times \text{CAU}_{\text{avant 4 feuilles}}$$

$$= \text{Dose d'azote minéral apportée avant 4 feuilles} \times 0,6$$

Conformément au programme d'actions régional en vigueur sur l'ensemble de la zone vulnérable de la région Nouvelle-Aquitaine, le premier apport minéral sur maïs (pour un semis avant le 1<sup>er</sup> mai) est plafonné à 50 kg d'azote efficace par ha. C'est-à-dire : dose d'azote minéral apportée avant 4 feuilles < 50 kgN/ha.

- Dose d'azote minéral 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 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 ≤ 30 q/ha	Rdt > 30 q/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	

Source : GREN

## 10. Fourniture d'azote par les produits résiduaire organiques (PRO) récents (Xa)

La valeur du paramètre **Xa** (en kgN/ha) est donnée par le calcul suivant :

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

Avec :

**N<sub>pro</sub>** : Teneur en azote total du produit (kgN/t ou kgN/m<sup>3</sup>)

**Q** : Volume ou masse de produit épandu par hectare (t/ha ou m<sup>3</sup>/ha)

**Keq bilan** : Coefficient d'équivalence engrais minéral (coefficient d'équivalence azote)

**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, soit de printemps (cf. annexe 5).

A défaut d'analyses de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type de produit organique sont définies dans l'annexe 5.

Les coefficients d'équivalence sont également définis dans l'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.