

## ANNEXE 10 : BETTERAVE SUCRIÈRE

Le bilan prévisionnel est calculé grâce à la formule suivante :

$$X = Pf + Rf - (Ri + Mh + Mhp + Mr + MrCI + Nirr + Xpro)$$

où :

**X** : apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse

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

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

**Ri** : quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (RSH)

**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** : azote apporté par l'eau d'irrigation

**Xpro** : équivalent engrais minéral pour les engrais organiques

### 1. Détermination des besoins de la culture (Pf)

Pour les betteraves sucrières, Pf = 220 kgN/ha

### 2. Détermination de la quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Tableau des valeurs retenues pour estimer le terme Rf

Type de sols (cf. tableau annexe 21)	Reliquat post-récolte en kgN/ha
Alluvions	35
Argilo-calcaire moyen à profond	40
Argilo-calcaire superficiel	30
Argilo-sableux	35
Limons sableux hydromorphes	35
Sableux	35
Terres noires	50
Granitique	35
Volcanique	35

Rf =

### 3. Détermination de la quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri)

En cas de mesure de reliquat réalisé sur la parcelle, les valeurs à prendre en compte sont les suivantes :

- cumul azote nitrique (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) exprimé en kg N/ha, mesuré sur l'ensemble des horizons prélevés,
- cumul azote ammoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) exprimé en kg N/ha, mesuré sur les 40 premiers cm (mesure 0-30 + 1/3 de la mesure 30-60 cm par exemple).

Rappel : Pour les reliquats d'azote minéral (N nitrique + N ammoniacal), l'analyse porte sur les trois premiers horizons (90 cm) ; cette profondeur sera réduite en cas d'obstacle à l'enracinement ou d'impossibilité de prélever plus profondément (sol caillouteux).

Cette mesure peut être utilisée pour les parcelles de l'exploitation qui sont dans une situation culturale comparable (nature et conduite du précédent, type de sol,...).

Lorsqu'une synthèse annuelle des Ri est publiée par un organisme reconnu, ces valeurs peuvent être utilisées en lieu et place des tableaux ci-dessous.

En l'absence de référence de valeur de reliquat azoté en sortie d'hiver, la valeur utilisée sera la moyenne des mesures réalisées dans des situations culturales comparables. Des données moyennes départementales apparaissent ci-après :

Tableau des valeurs du département du Puy-de-Dôme (en kgN/ha) :

Précédent												
Type de Sol	Betterave sucrière	Céréales pailles enfouies	Céréales pailles enlevées	Colza	Tourne -sol	Maïs grain ou semence, sorgho	Maïs fourrage	Féverole, lupin	Luzerne, trèfle	Oignons, ail, échalotes, pommes de terre	Pois, soja, haricot, lentille	Moyenne sol
Alluvions	45	45	41	50	30	40	55	60	65	-	50	43
Argilo-calcaire moyen à profond	60	70	75	65	50	65	80	70	90	80	60	68
Argilo-calcaire superficiel	60	60	65	65	50	55	70	60	80	80	60	62
Argilo-sableux	50	45	55	60	45	45	55	60	80	-	55	51
Limons sableux hydromorphes	30	35	35	30	25	30	35	60	65	-	50	37
Sableux	25	35	35	30	25	25	30	50	55	-	50	39
Terres noires	65	70	75	65	60	65	80	70	90	80	60	71
Granitique	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40

REMARQUES : pour l'établissement du plan de fumure :

- Pour les parcelles conduites avec CIPAN à l'automne, le reliquat à prendre en compte doit être diminué de 20 kg/ha.
- Pour les précédents ne figurant pas dans le tableau, se référer à la valeur du reliquat moyen du type de sol (dernière colonne du tableau).
- Pour les parcelles ayant reçu un apport de fumier de ruminants à l'automne, le reliquat à prendre en compte doit être augmenté de 10 kgN / ha par rapport aux valeurs figurant dans ce tableau.

Tableau des valeurs du département de l'Allier (reliquats moyens en kgN/ha) :

Type de Sol	<i>Précédent pois, luzerne, trèfle, PT, PN</i>	<i>Précédent sorgho, maïs, tournesol</i>	<i>Précédent colza, céréales, betterave</i>
<b>Alluvions</b>	55	50	55
<b>Argilo-calcaire moyen à profond</b>	90	75	90
<b>Argilo-calcaire superficiel</b>	70	65	70
<b>Argilo-sableux</b>	50	50	50
<b>Limons sableux hydromorphes</b>	50	50	50
<b>Sableux</b>	45	45	45
<b>Terres noires</b>	75	75	75
<b>Granitique</b>	50	45	50

Tableau des valeurs du département de la Haute-Loire (en kg N/ha) :

Type de sol	<i>Précédent</i>			
	<i>Légumineuses, PT, PN</i>	<i>Maïs fourrage, sorgho fourrage</i>	<i>Céréales, colza</i>	<i>Tournesol</i>
<b>Alluvions</b>	60	50	45	30
<b>Argilo-calcaires superficiels</b>	55	45	40	35
<b>Sablo-limoneux</b>	50	40	35	30
<b>Granitique</b>	40	35	30	
<b>Volcanique</b>	55	45	40	

Tableau des valeurs du département du Cantal (en kg N/ha) :

Secteur	<i>Précédent céréales</i>	<i>Précédent prairie</i>	<i>Précédent maïs</i>
<b>Allanche</b>		30	
<b>Montsalvy-Saint-Mamet</b>	30	40	30
<b>Vieillespesse</b>	40	30	

$$R_i = \boxed{\phantom{000}}$$

#### 4. Détermination de la minéralisation nette de l'humus du sol (Mh)

La valeur de Mh dépend en grande partie du taux de matière organique du sol. Pour déterminer la valeur de Mh, l'exploitant se réfère aux tableaux suivants :

Tableau de valeur de minéralisation de la MO du sol (en kgN/ha)

	Système avec résidus de récolte	
	Enfouis une fois sur deux et sans apport de MO	Régulièrement enlevés et avec apport de matière organique tous les 2 à 3 ans ou prairie dans la rotation
<b>Alluvions</b>	70	80
<b>Argilo-calcaire moyen à profond</b>	70	80
<b>Argilo-calcaire superficiel</b>	40	55
<b>Argilo-sableux</b>	60	90
<b>Limons sableux hydromorphes</b>	50	60
<b>Sableux</b>	55	65
<b>Terres noires</b>	90	100

**Mh =**

### 5. Calcul de la minéralisation nette due à un retournement de prairie (Mhp)

Les valeurs du poste Mhp représentent le supplément de minéralisation pour la période d'établissement du bilan azoté prévisionnel de chaque culture, selon la saison du retournement et l'âge de la prairie au moment du retournement.

Tableau des valeurs retenues pour estimer le terme Mhp (en kg N/ha)

	Age de la prairie				
	< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
<i>Pour une destruction de printemps</i>					
1 <sup>ère</sup> culture après le retournement	20	60	100	120	140
2 <sup>ème</sup> culture après le retournement	0	0	25	35	40
<i>Pour une destruction d'automne</i>					
1 <sup>ère</sup> culture après retournement	10	30	50	60	70

Pour calculer le poste Mhp, il faut multiplier la valeur de Mhp lue dans le tableau ci-dessus par le coefficient correcteur correspondant au mode d'exploitation de la prairie du tableau ci-dessous.

Tableau des coefficients correcteurs pour la prise en compte du mode d'exploitation dans le calcul de Mhp

	Effet du mode d'exploitation	
	Graminées pures	Association graminées - légumineuses
Patûre intégrale	1,0	1,0
Fauche + patûre	0,7	1,0
Fauche intégrale	0,4	1,0

**Minéralisation nette due à un retournement de prairies = Mhp =**

## 6. Détermination de la minéralisation nette des résidus de récolte (Mr)

Tableau des valeurs retenues pour estimer le terme Mr

Précédent	Effet du précédent sur la minéralisation (u/ha)
Céréales pailles enfouies, maïs grain ou semence irrigué	- 20
Maïs grain ou semence en sec, ray grass dérobé, sorgho grain, tournesol	-10
Céréales pailles enlevées, maïs fourrage, méteil céréales dominantes, prairie**, sorgho fourrage, autre culture	0
Méteil protéagineux dominants	10
Jachère de crucifère, jachère de graminées	15
Betterave, colza, luzerne ou trèfle : retournement + 2 ans*, pois, soja, haricot, pomme de terre	20
Féverole, lupin, jachère de légumineuses	30
Luzerne ou trèfle : retournement + 1 an*	40

\* : les luzernières ne sont pas considérées comme des prairies. Leur effet est à prendre en compte via le tableau ci-dessus. L'effet retournement est pris en compte les deux années suivant le retournement.

\*\* : valeur qui tient compte du tableau pour estimer Mhp

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

## 7. Détermination de la minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCI)

Tableau des valeurs de minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (en kgN/ha)

	Production de la CI (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie hiver	
		Destruction nov/déc	Destruction > janv
<b>CRUCIFÈRES (moutarde, radis,...)</b>	≤ 1	5	10
	2 (>1 et <3)	10	15
	≥ 3	15	20
<b>GRAMINÉES DE TYPE SEIGLE, AVOINE,...</b>	≤ 1	0	5
	2 (>1 et <3)	5	10
	≥ 3	10	15
<b>GRAMINÉES DE TYPE RAY-GRASS</b>	≤ 1	5	10
	2 (>1 et <3)	10	15
	≥ 3	15	20
<b>LÉGUMINEUSES**</b>	≤ 1		20
	2 (>1 et <3)		30
	≥ 3		40
<b>HYDROPHYLLACEES (Phacélie)</b>	≤ 1	0	5
	2 (>1 et <3)	5	10
	≥ 3	10	15
<b>MÉLANGE GRAMINÉES - LÉGUMINEUSES</b>	≤ 1	5	13
	2 (>1 et <3)	13	20
	≥ 3	20	28
<b>MÉLANGE CRUCIFÈRES - LÉGUMINEUSES</b>	≤ 1	8	15
	2 (>1 et <3)	15	23
	≥ 3	23	30

\*\* : destruction possible à partir du 1<sup>er</sup> mars dans les zones vulnérables d'Auvergne-Rhône-Alpes (PAR AuRA)

Source : brochure « cultures intermédiaires – Impacts et conduite », ARVALIS/CETIOM/ITB/ITL, août 2011 (chapitre 17)

**Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire = MrCI =**

## 8. Calcul de l'azote apporté par l'eau d'irrigation (Nirr)

La teneur en nitrates de l'eau d'irrigation doit être connue par l'exploitant (arrêté du 19 décembre 2011) soit :

- par une analyse réalisée par l'agriculteur (prestataire privé ou au moyen d'un appareil de mesure) datant de moins de 4 ans,
- dans le cadre d'une campagne réalisée par un organisme local à renouveler tous les 4 ans.

Pour les agriculteurs irriguant à partir d'une prise d'eau superficielle dans un cours d'eau et si cette ressource est intégrée à un réseau de suivi qualité géré par les agences de l'eau, ce dernier n'est pas tenu de faire réaliser

une analyse. Il pourra utiliser les résultats disponibles sur internet.

Le tableau suivant permet de faire la correspondance entre la hauteur d'eau apportée et le nombre d'unités d'azote correspondant, sur la base du calcul :

$$\text{Nirr} = V \times C / 443$$

Avec V : quantité d'eau apportée en mm annuellement

C : concentration en nitrates de l'eau d'irrigation (mg NO<sub>3</sub>/L)

Tableau de la quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation (en kg d'N par ha)

Irrigation (en mm)	Concentration en nitrates dans l'eau (en mg/l)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
20	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5
40	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9
60	1	3	4	5	7	8	9	11	12	14
80	2	4	5	7	9	11	13	14	16	18
100	2	5	7	9	11	14	16	18	20	23
120	3	5	8	11	14	16	19	22	24	27
140	3	6	9	13	16	19	22	25	28	32
160	4	7	11	14	18	22	25	29	33	36
180	4	8	12	16	20	24	28	33	37	41
200	5	9	14	18	23	27	32	36	41	45

Azote apporté par l'eau d'irrigation = Nirr =

### 9. Calcul de l'azote disponible pour la culture sous forme minérale apporté par un PRO (Xpro)

Xpro = quantité PRO épandue (t MB/ha ou m<sup>3</sup> MB/ha) x teneur N PRO (kg/t MB ou kg/m<sup>3</sup> MB) x Kéq

A défaut d'analyse de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type d'effluents sont définis dans l'annexe 19. Les coefficients d'équivalence Kéq sont définis en annexe 19.

Xpro = teneur x Kéq x quantité épandue =

### Calcul de l'apport minéral en engrais de synthèse = X

Rappel de l'équation retenue :

$$X = Pf + Rf - (Ri + Mh + Mhp + Mr + MrCI + Nirr + Xpro)$$