

## Annexe 2.6 :

### Fertilisation des CULTURES PORTE-GRAINES Méthode bilan additif

Cette fiche concerne tous les départements de la région Nouvelle-Aquitaine. Elle concerne les cultures porte-graines pour lesquelles la méthode du bilan est opérationnelle.

Les cultures porte-graines pour lesquelles la méthode du bilan n'est pas opérationnelle font l'objet d'une dose plafond. Elles ne sont pas mentionnées dans la présente annexe mais dans l'annexe 4.4 – Autres plafonds.

Les espèces de grandes cultures ont, sauf la betterave, le même cycle que les cultures de consommation et ne présentent pas de spécificités pour la fertilisation azotée.

#### Équation bilan retenue

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

$$X = Pf + Rf - Pi - Ri - Mh - Mhp - Mr - MrCi - Nirr - Xa$$

Avec :

**X** : Fertilisation azotée minérale

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**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. Calcul des besoins de la culture (Pf)**

Les besoins en azote pour ces cultures ne sont pas liés à l'objectif de rendement grainier qui est très variable.

Tableau 1 : Besoin en azote des cultures porte-graines (b) :

| Famille botanique                      | Espèce                          | Besoin N absorbé par culture (kg/ha) |
|----------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| <b>FOURRAGÈRES PORTE-GRAINE</b>        |                                 |                                      |
| Poacées                                | Ray-grass anglais               | 170                                  |
|                                        | Ray-grass d'Italie              | 110 (hors coupe de printemps)        |
|                                        | Fétuque élevée                  | 160                                  |
|                                        | Fétuque rouge                   | 150                                  |
|                                        | Dactyle                         | 190                                  |
|                                        | Ray-grass hybride               | 110 (hors coupe de printemps)        |
|                                        | Fétuque ovine                   | 150                                  |
|                                        | Fétuque des prés                | 160                                  |
|                                        | Brome                           | 160                                  |
|                                        | Fléole des prés                 | 160                                  |
| Brassicacées                           | Radis fourrager                 | 150                                  |
| <b>Betterave sucrière porte-graine</b> |                                 |                                      |
| Chénopodiacées                         | Betterave sucrière              | 280                                  |
| <b>Potagères porte-graine</b>          |                                 |                                      |
| Alliacées                              | Oignon, plantation d'automne    | 150                                  |
|                                        | Oignon, plantation de printemps | 70                                   |
|                                        | Poireau                         | 140                                  |
|                                        | Échalote                        | 150                                  |
| Apiacées                               | Carotte (type Nantaise)         | 140                                  |
|                                        | Persil                          | 140                                  |
|                                        | Aneth                           | 140                                  |
|                                        | Coriandre                       | 140                                  |
|                                        | Fenouil                         | 140                                  |
|                                        | Panais                          | 140                                  |
|                                        | Céleri                          | 140                                  |
| Astéracées                             | Chicorée Witloof (semis direct) | 160                                  |
|                                        | Chicorée à feuille              | 160                                  |
|                                        | Laitue                          | 130                                  |
|                                        | Cardon                          | 140                                  |
|                                        | Chicorée Scarole / Frisée       | 160                                  |
| Brassicacées                           | Radis (type rond rouge)         | 150                                  |
|                                        | Navet                           | 150                                  |
|                                        | Cresson de fontaine             | 70                                   |
|                                        | Roquette                        | 150                                  |
| Chénopodiacées                         | Betterave rouge                 | 200                                  |
|                                        | Épinard                         | 200                                  |
|                                        | Poirée                          | 200                                  |
| Valérianacée                           | Mâche                           | 70                                   |

Source : GREN

## 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. Le tableau suivant donne la valeur de **Rf** (en kgN/ha) en fonction des types de sols.

Tableau 2 : Quantité d'azote non extractible par la culture (Rf) en kgN/ha :

| Type de sols                          | Réserve utile (RU) | Sols superficiels<br>RU < 80 mm | Sols moyennement<br>profonds<br>80 mm < RU < 120 mm | Sols profonds<br>RU > 120 mm |
|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------|
| Sols argilo-calcaires                 |                    | 15                              | 15                                                  | 20                           |
| Sols sableux                          |                    | 5                               | 10                                                  | 15                           |
| Sols de fond de vallée, terres noires |                    | -                               | 30                                                  | 40                           |
| Sols de terrasses de vallée           |                    | 15                              | 20                                                  | 30                           |
| Sols limoneux                         |                    | 15                              | 20                                                  | 30                           |
| Sols sur granite                      |                    | 15                              | 20                                                  | 30                           |
| Sols argileux à sablo-argileux        |                    | 15                              | 20                                                  | -                            |

Source: Arvalis – Institut du Végétal

## 3. Azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (Pi)

La date d'ouverture du bilan étant fixée au 1<sup>er</sup> février, le paramètre **Pi** est nul pour les cultures implantées au printemps ou à l'été.

**Pi** sera considéré comme négligeable pour les cultures implantées à l'automne.

## 4. 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.

## 5. 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 les tableaux suivants, les valeurs de **Mh** sont indiquées (en kgN/ha) pour les différents types de sol.

### a) Cultures implantées à l'hiver

Tableau 3 : Minéralisation nette de l'humus après l'ouverture du bilan (Mh) en kgN/ha pour les cultures implantées à l'hiver :

| Type de sol                           | Type de parcelle                | Parcelle avec matières organiques |                     |                   |
|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------|
|                                       | Parcelle sans matière organique | Fréquence > 5 ans                 | Fréquence 3 à 5 ans | Fréquence < 3 ans |
| Sols argilo-calcaires                 | 30                              | 35                                | 40                  | 45                |
| Sols sableux                          | 35                              | 40                                | 45                  | 50                |
| Sols de fond de vallée, terres noires | 45                              | 50                                | 50                  | 60                |
| Sols de terrasses de vallée           | 30                              | 35                                | 40                  | 45                |
| Sols limoneux                         | 35                              | 40                                | 45                  | 50                |

| Type de parcelle<br>Type de sol | Parcelle sans matière organique | Parcelle avec matières organiques |                     |                   |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------|
|                                 |                                 | Fréquence > 5 ans                 | Fréquence 3 à 5 ans | Fréquence < 3 ans |
| Sols sur granite                | 35                              | 40                                | 45                  | 50                |
| Sols argileux à sablo-argileux  | 35                              | 40                                | 45                  | 50                |

Source : Arvalis – Institut du Végétal et chambres d'agriculture de Poitou-Charentes

## b) Cultures implantées au printemps

Tableau 4 : Minéralisation nette de l'humus après l'ouverture du bilan (Mh) en kgN/ha pour les cultures implantées au printemps :

| Type de parcelle<br>Type de sol       | Parcelle sans matière organique | Parcelle avec matières organiques |                     |                   |
|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------|
|                                       |                                 | Fréquence > 5 ans                 | Fréquence 3 à 5 ans | Fréquence < 3 ans |
| Sols argilo-calcaires                 | 40                              | 45                                | 50                  | 55                |
| Sols sableux                          | 70                              | 75                                | 80                  | 85                |
| Sols de fond de vallée, terres noires | 75                              | 85                                | 85                  | 90                |
| Sols de terrasses de vallée           | 50                              | 50                                | 65                  | 75                |
| Sols limoneux                         | 50                              | 50                                | 65                  | 75                |
| Sols sur granite                      | 50                              | 50                                | 65                  | 75                |
| Sols argileux à sablo-argileux        | 50                              | 50                                | 65                  | 75                |

Source: Arvalis – Institut du Végétal et chambres d'agriculture de Poitou-Charentes

## 6. 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 5 : Minéralisation nette due à un retournement de prairie (Mhp) en kgN/ha :

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                    | 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      |
| 2 <sup>e</sup> 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 |
| 1 <sup>re</sup> 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       |
| 2 <sup>e</sup> culture après destruction  | /                                  | /                   | 0                 | 0       | 0       | 0        | 0        |

Source : GREN

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

Le tableau 6 donne la valeur de **Mr** (en kgN/ha) selon la nature de la culture précédente :

Tableau 6 : 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

Le tableau suivant donne la minéralisation nette des résidus de jachère précédente (en kgN/ha) :

| Type de jachère<br>(espèce dominante) | Âge           | Période de destruction / culture suivante |                     |                       |
|---------------------------------------|---------------|-------------------------------------------|---------------------|-----------------------|
|                                       |               | Fin été / hiver                           | Fin été / printemps | Fin hiver / printemps |
| Graminée                              | Moins de 1 an | 10                                        | 5                   | 10                    |
|                                       | Plus de 1 an  | 20                                        | 15                  | 20                    |
| Légumineuse                           | Moins de 1 an | 20                                        | 15                  | 20                    |
|                                       | Plus de 1 an  | 40                                        | 30                  | 40                    |
| Graminée + légumineuse                | Moins de 1 an | 15                                        | 10                  | 15                    |
|                                       | Plus de 1 an  | 30                                        | 25                  | 30                    |

Source : COMIFER

## 8. 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).

Pour les cultures d'hiver : Le paramètre **MrCi** est négligeable donc **MrCi = 0**.

Pour les cultures de printemps : Les valeurs de **MrCi** sont données dans le tableau ci-dessous en kgN/ha.

| Espèce                              | Production de la culture intermédiaire (tMS/ha) | Ouverture du bilan en sortie hiver |                                | Ouverture du bilan en avril* |                                |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
|                                     |                                                 | Destruction nov / déc              | Destruction janvier et au-delà | Destruction nov / déc        | Destruction janvier et au-delà |
| Crucifères (moutarde, radis...)     | ≤ 1                                             | 5                                  | 10                             | 0                            | 5                              |
|                                     | 2 (> 1 et < 3)                                  | 10                                 | 15                             | 5                            | 10                             |
|                                     | ≥ 3                                             | 15                                 | 20                             | 10                           | 15                             |
| Graminées de type seigle, avoine... | ≤ 1                                             | 0                                  | 5                              | 0                            | 0                              |
|                                     | 2 (> 1 et < 3)                                  | 5                                  | 10                             | 0                            | 5                              |
|                                     | ≥ 3                                             | 10                                 | 15                             | 5                            | 10                             |
| Graminées de type ray grass         | ≤ 1                                             | 5                                  | 10                             | 0                            | 5                              |
|                                     | 2 (> 1 et < 3)                                  | 10                                 | 15                             | 5                            | 10                             |
|                                     | ≥ 3                                             | 15                                 | 20                             | 10                           | 15                             |
| Légumineuses                        | ≤ 1                                             | 10                                 | 20                             | 5                            | 10                             |
|                                     | 2 (> 1 et < 3)                                  | 20                                 | 30                             | 10                           | 20                             |
|                                     | ≥ 3                                             | 30                                 | 40                             | 20                           | 30                             |
| Hydrophyllacées (phacélie)          | ≤ 1                                             | 0                                  | 5                              | 0                            | 0                              |
|                                     | 2 (> 1 et < 3)                                  | 5                                  | 10                             | 0                            | 5                              |
|                                     | ≥ 3                                             | 10                                 | 15                             | 5                            | 10                             |
| Mélanges graminées-légumineuses     | ≤ 1                                             | 5                                  | 13                             | 3                            | 5                              |
|                                     | 2 (> 1 et < 3)                                  | 13                                 | 20                             | 5                            | 13                             |
|                                     | ≥ 3                                             | 20                                 | 28                             | 13                           | 20                             |
| Mélanges crucifères-légumineuses    | ≤ 1                                             | 8                                  | 15                             | 3                            | 8                              |
|                                     | 2 (> 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

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

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

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

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.

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

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

$$\text{Xa} = \text{Npro} \times \text{Q} \times \text{Keq}$$

Avec :

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

où **Keq** 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 ou 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 résiduels organiques différents sont appliqués ou s'ils sont appliqués à des dates différentes, les valeurs de **Xa** s'additionnent.