

## NOTE MÉTHODOLOGIQUE

*Validée par le Groupe régional d'Expertise Nitrates de Bretagne – juillet 2012*

---

### SOMMAIRE

|   |      |
|---|------|
| <b>Introduction</b>   | p. 2 |
| <b>I - Déclinaison de la méthode du bilan prévisionnel à l'échelle de la région Bretagne</b>                      |      |
| 1. Adaptation à la Bretagne de la méthode du bilan prévisionnel du COMIFER, cas du maïs, des céréales et du colza | p 3  |
| 2. Cas des prairies   | p 6  |
| 3. Cas des cultures dérobées  | p 7  |
| 4. Cas des légumes-industrie  | p 8  |
| 5. Cas des légumes frais  | p 9  |
| <b>II - Définition d'un plafond ou d'une dose pivot</b>   | p 10 |
| <b>III - Modalités de calcul des rendements prévisionnels</b>   | p 11 |
| <b>IV – Reliquat Sortie Hiver (RSH)</b>   | p 12 |
| <b>V – Modalités de fertilisation azotée des prairies</b>   | p 13 |
| 1. Ce que ne doit pas être le conseil de fumure   | p 13 |
| 2. Une étape-clé : l'évaluation du rendement prévisionnel de la prairie   | p 13 |
| 3. Outil d'aide à la prévision de la dose azotée annuelle   | p 14 |
| 4. Prise en compte des paramètres de la prévision   | p 16 |
| 5. Calcul de la dose à apporter   | p 17 |
| 6. vérification de la cohérence du mode de gestion du pâturage  | p 18 |
| <b>VI - Apports d'azote des déjections animales</b>   | p 20 |
| 1. Détermination de l'azote à gérer sur l'exploitation  | p 20 |
| 2. Détermination des quantités d'azote maîtrisable et non maîtrisable   | p 20 |
| 3. Prise en compte des pertes liées au stockage   | p 21 |
| <b>VII – Coefficients d'équivalence-engrais des Produits résiduels Organique</b>                                  | p 22 |
| <b>VIII - Le Plan Prévisionnel de Fumure</b>  | p 24 |



## I - Déclinaison de la méthode du bilan prévisionnel à l'échelle de la région Bretagne

### 1/ Adaptation de la méthode du bilan prévisionnel du COMIFER aux céréales, maïs et colza

Le GREN Bretagne part de l'équation (3) du COMIFER établie dans le guide méthodologique «Calcul de la fertilisation azotée» (Brochure COMIFER, 2011, p. 22).

| [1] : $R_f - R_i = [M_h + F_s + F_{ns} + M_{hp} + M_r + M_{rCi} + M_{pro1} + M_{pro2} + A + N_{irr} + X + X_{pro}] - [P_f - P_i + I_x + G_s + G_x + L]$ |  |
|---|--|
| Avec :  |  |
| <b>États initial et final</b>   |  |
| R <sub>f</sub>  | Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan   |
| R <sub>i</sub>  | Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan  |
| <b>Entrée d'azote dans le système sol-plante</b>  |  |
| M <sub>h</sub>  | Minéralisation nette de l'humus du sol*  |
| F <sub>s</sub>  | Fixation symbiotique d'azote atmosphérique par la culture  |
| F <sub>ns</sub>   | Fixation non symbiotique d'azote atmosphérique   |
| M <sub>hp</sub>   | Minéralisation nette due à un retournement de prairie  |
| M <sub>r</sub>  | Minéralisation nette de résidus de récolte   |
| M <sub>rCi</sub>  | Minéralisation nette de résidus de culture intermédiaire   |
| M <sub>pro1</sub>   | Minéralisation nette de l'azote organique d'un PRO n°1 apporté avant l'ouverture du bilan  |
| M <sub>pro2</sub>   | Minéralisation nette de l'azote organique d'un PRO n°2 apporté après l'ouverture du bilan  |
| A   | Apports atmosphériques (apports météoriques = dépôts secs ou humides)  |
| N <sub>irr</sub>  | Azote apporté par l'eau d'irrigation   |
| X   | Apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse  |
| X <sub>pro</sub>  | Azote de la fraction minérale d'un PRO apporté après la date d'ouverture du bilan  |
| <b>Sorties d'azote du système sol-plante</b>  |  |
| P <sub>f</sub>  | Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan  |
| P <sub>i</sub>  | Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan   |
| I <sub>x</sub>  | Organisation par voie microbienne aux dépens de l'azote minéral apporté sous forme d'engrais de synthèse ou de fraction minérale du PRO  |
| G <sub>s</sub>  | Pertes du sol par voie gazeuse (dénitrification pour l'essentiel)  |
| G <sub>x</sub>  | Pertes par voie gazeuse (volatilisation, dénitrification) aux dépens de l'engrais minéral (X) et de la fraction minérale du PRO apporté après l'ouverture du bilan (X <sub>pro</sub> ) |
| L   | Pertes par lixiviation du nitrate  |

Plusieurs simplifications à cette équation sont apportées en considérant les hypothèses suivantes :

- les pertes du sol par voie gazeuse et la fixation non symbiotiques sont des phénomènes de même ampleur et du même ordre de grandeur donc  $G_s = F_{ns}$
- la méthode du bilan prévisionnel s'applique dans la quasi-totalité des situations à des cultures non légumineuses donc  $F_s = 0$







| <b>POSTES DE L'ÉQUATION DU BILAN DU GREN BRETAGNE POUR LES PRAIRIES</b><br>En kg N/ ha |  |
|--|--|
| <b>X</b> : apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse                     | Correspond à la dose d'N minéral   |
| <b>Xa</b> : équivalence engrais azoté des effluents organiques apportés                | Correspond à la dose d'azote équivalent engrais disponible pour la culture   |
| <b>Nexp</b> : quantité d'azote exporté<br><br>$N_{exp} = b \times y$                   | Correspond à la quantité d'azote contenue dans les parties aériennes produites<br>b : besoin par unité produite (en kg N/T MS)<br>y : objectif de rendement (en T MS/ha) |
| <b>Mhs</b><br><br>+<br><b>Nrest</b>  | Fournitures par le sol liées aux arrières effets des effluents et au système de culture<br>+<br>Effet direct des restitutions au pâturage de l'année                     |
| <b>Fs</b>  | Contribution des légumineuses  |
| <b>CAU</b>   | Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais  |

### **3/ Cas des CULTURES DÉROBÉES, y compris Culture Intermédiaire à Vocation Energétique(CIVE)**

La grille de calcul prairie n'est pas adaptée au calcul de la fertilisation sur dérobée, cette dernière se caractérisant par un cycle court.

#### **Dans le cas des CIVE :**

Pour un semis en juillet, les apports peuvent être de 60 uN efficace maxi .

Si le semis est réalisé en août, les apports peuvent être de 40 uN efficace maxi.

Pour un semis en septembre, aucun apport n'est autorisé.

#### **Dans le cas dérobée-culture de printemps (exemple : maïs), il faudra distinguer deux étapes :**

- mettre un plafond à l'automne : pour un semis en juillet, 60 uN efficace maxi, 40 si c'est en août et 0 en septembre;
- ensuite repartir sur la grille maïs (ou autre culture) en sortie d'hiver avec le poste « azote mobilisé par la dérobée » à défalquer. La valeur forfaitaire à prendre en compte sera de 50 uN/ha (quantité d'azote mobilisée au printemps par la dérobée). Attention à ne pas recompter le « précédent maïs » dans le calcul des fournitures du sol.





- **On arrive ainsi à la dose d'azote à prévoir :**

Cet azote peut être apporté par des déjections ou des engrais minéraux ( $X + X_a$ ).

Dans le cas de l'utilisation de déjections, l'azote total des déjections est à multiplier par un coefficient d'équivalence engrais (voir annexe 11).

La fertilisation azotée des légumes peut être fractionnée dans certains cas. Dans le cas d'une double culture le terme  $X_a$  peut recouvrir la période correspondant à la somme des deux cycles de cultures.

- **Gestion de l'azote après la récolte**

La plupart des cultures légumières restitue par les résidus de récolte une grande partie de l'azote absorbé. Ces flux d'azote doivent être gérés autant sur l'interculture hivernale que sur la culture suivante.

- A chaque fois que possible, une culture intermédiaire piège à nitrate ou dérobée fourragère doit être implantée au plus tôt après la récolte.
- Pour la culture suivante attention à bien prendre en compte le précédent cultural adéquat dans les outils de raisonnement de la dose d'azote. Le reliquat observé à la sortie d'hiver suivant la culture de légume, peut également être influencé par ses résidus de récolte. Leur influence est variable et dépend notamment des conditions climatiques particulières. Les conseils de saison des Chambres d'agriculture de Bretagne permettront chaque année de préciser ce point.

## **5/ Cas des LÉGUMES FRAIS**

**Le principe général retenu par le GREN Bretagne pour raisonner la fertilisation des légumes frais repose sur l'utilisation de doses fourchettes pour intégrer la variabilité variétale, la diversité des dates de plantation et des situations climatiques (proximité de la mer ou non).**




La méthode du bilan est déclinée pour expliquer la fertilisation azotée préconisée sur les légumes de plein champ avec une prise en compte des différents postes du bilan:

- mobilisations de la culture ( $P_f$ ) : valeurs forfaitaires par hectare;
- reliquat d'azote en fin de culture ( $R_f$ ) : à dire d'expert et valeurs guides (tableau)
- minéralisation de l'humus du sol ( $M_hs$ ) avec une prise en compte du coefficient temps, du climat et du système;
- reliquat d'azote au début du bilan ( $R_i$ ) en fonction du type de système et du précédent
- contribution des apports organiques et déjections (base Fumier de Bovin une fois tous les 2-3 ans)

## II - Définition d'un plafond ou d'une dose pivot

Pour les cultures précisées en Annexe 2, le GREN de Bretagne a défini une dose pivot, une fourchette ou une dose plafond.

### Définitions

-  **Dose pivot** : dose déterminée par situation culturale type et par espèce cultivée, par analyse fréquentielle de collections de courbes de réponse à l'azote.
-  **Dose Fourchette** : définit le segment dans lequel se situe la dose pivot. Le maximum de la fourchette correspond à la dose plafond (cf. ci-dessous).
-  **Dose plafond** : dose maximum issue de références tirées d'expérimentation au champ, à ne pas dépasser.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100







Ainsi, la dose d'apport prévisionnel est établie selon la formule suivante :

$$\text{Dose d'apport prévisionnel} = (\text{besoins-fournitures du sol}) / \text{CAU}$$

Une partie des besoins en azote de la prairie est couverte par les fournitures du sol. Le complément de fertilisation à apporter dépend du niveau de ces fournitures. Ces dernières sont liées aux conditions pédoclimatiques (bonne pousse estivale ou non), à l'entretien azoté de la parcelle (fréquence des apports de déjections et intensité des restitutions au pâturage) et à la présence ou non des légumineuses.

La détermination du CAU permet, à partir

- du besoin prévisionnel :  $N_{exp}$  = quantité totale d'azote exportée sur l'année
- et des fournitures :  $(N_o = \text{offre du sol}) + (\text{azote fourni hors fertilisation maîtrisée})$ ,

de calculer X correspondant à la fertilisation maîtrisée à apporter :

$$X = [(N_{exp}) - (N_o + N \text{ fourni non maîtrisé})] / \text{CAU}$$

### Valeur du CAU

Tout l'azote apporté n'est pas valorisé par la plante. L'azote est mal utilisé à certaines périodes, en particulier en conditions trop sèches ou trop froides (pertes par volatilisation, lessivage, stockage).

On applique donc un coefficient apparent d'utilisation de l'azote qui représente la fraction d'azote apporté à la prairie qui est absorbée par la plante.

Le CAU est d'autant plus élevé que la plante est en croissance active. Des valeurs faibles sont couramment observées en été et automne. **Une valeur moyenne de 0,7 est retenue pour les périodes de croissance active et de bonne valorisation de l'azote (février à début juillet), et donc pour l'ensemble de l'année en admettant qu'il n'y a pas lieu de fertiliser quand l'herbe ne pousse pas.**

### 3.2. Cas des associations graminées-légumineuses

Les mélanges graminées-légumineuses bénéficient de la fixation symbiotique par la légumineuse. Dans le cas du trèfle blanc, 1 tonne de MS de trèfle fixe 31 kg d'azote.

**Exemple : Une prairie produisant 9 tonnes MS/ha d'une association à 40 % de trèfle blanc bénéficie ainsi, en plus des fournitures par le sol, d'un apport symbiotique de  $9 \times 0,4 \times 31 = 112 \text{ kg N}$ .**

Pour cette raison, les apports de fertilisants azotés ne sont pas nécessaires.

.../...

