

## NOTE MÉTHODOLOGIQUE

*Validé par le Groupe régional d'Expertise Nitrates de Bretagne version mars 2013*

---

### 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 <b>maïs</b> , des <b>céréales</b> et du <b>colza</b>	p 3
2. Cas des <b>prairies</b>	p 6
3. Cas des <b>cultures dérobées</b>	p 7
4. Cas des <b>légumes industrie</b>	p 8
5. Cas des <b>légumes frais</b>	p 8
<b>II - Apports d'azote des déjections animales</b>	p 9
1. Détermination de l'azote à gérer sur l'exploitation	p 9
2. Détermination des quantités d'azote maîtrisable et non maîtrisable	p 9
3. Prise en compte des pertes liées au stockage	p 11

## INTRODUCTION

Il est confié au GREN la mission d'établir **une écriture opérationnelle du calcul à priori** de la dose d'azote à apporter par les fertilisants azotés

- soit à partir de la méthode du bilan d'azote,
- soit via la définition d'un plafond d'azote total ou d'une dose pivot.

Cette écriture doit être déclinée **pour toutes les cultures** de la zone vulnérable de la région.

**Tous les paramètres** de la méthode doivent être précisés soit par la mesure, soit par la modélisation, soit par l'utilisation de valeurs par défaut.

Les cultures présentes en Bretagne, pour lesquelles une écriture opérationnelle est définie, sont précisées en **annexe 2**.

L'arrêté GREN, ses annexes et les résultats annuels des réseaux régionaux des Reliquats Sortie Hiver sont consultables sur le site Internet de la DRAAF

<http://www.draaf.bretagne.agriculture.gouv.fr/Le-Groupe-Regional-d-Expertise>

Le référentiel agronomique régional est consultable sur le site <http://www.synagri.com/ca1/synagri.nsf> . Vous y trouverez également l'ensemble des grilles de cet arrêté et les résultats annuels des réseaux régionaux des Reliquats Sortie Hiver.

## 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  $F_s = 0$

Par transformation, on obtient donc l'équation suivante :

Equation (3) du COMIFER:

$$Pf = Pi + Ri + Mh + Mhp + Mr + Mrci + Mpro1 + Mpro2 + A + Nirr + X + X Pro - lx - Gx - L - Rf$$

### **Principes de l'écriture régionale du bilan et analogie avec la forme proposée par le COMIFER**

- les termes lx et Gx (pertes par voie gazeuse) et L (pertes par lixiviation du nitrate) sont implicitement pris en compte ("reportés") dans le terme Mh ;
- la disponibilité en azote à court terme des effluents d'élevage est approchée de manière globale par le terme Xa, qui donne la disponibilité en azote résultant de la forme minérale et de la minéralisation de la fraction organique sur la durée du cycle cultural.

**Ainsi le GREN de Bretagne retient l'équation (3') proposée par le COMIFER** (p. 23 de la brochure de 2011), correspondant à la formulation d'ores et déjà paramétrée dans les outils de raisonnement de la fertilisation en Bretagne :

$$(3') Pf = Pi + Ri + Mh + Mhp + Mr + Mrci + Nirr + X + Xa - L - Rf$$

### **Précisions sur le terme Mh de l'équation 3'**

L'approche régionale du terme Mh diffère du calcul proposé par le COMIFER, en effet :

- le calcul de Mh proposé par le COMIFER repose sur l'application d'un formalisme selon lequel la minéralisation des MO humifiées du sol est déterminée par une composante "Sol" et une composante "Système". La composante "Sol" est calculée par le produit du stock de N organique de la couche "minéralisante" du sol par un coefficient K2 fonction de la teneur en argile et en calcaire du sol. Il s'avère que les paramétrages adoptés au niveau national et validés par le COMIFER ne sont pas satisfaisants et sont particulièrement inadaptés dans notre région, à la fois du fait des caractéristiques des sols (gamme de teneurs en N organique) et des caractéristiques des systèmes de cultures. Ceci a conduit à proposer pour les sols de Bretagne une base de raisonnement différente, selon laquelle la composante "Sol" n'est plus calculée en fonction du K2 et de la teneur en N organique du sol, mais à partir de références régionales issues de mesures.
- Classiquement en Bretagne, le terme « Mha » est utilisé pour paramétrer le supplément de minéralisation résultant des apports à moyen terme d'effluents, ce terme étant maintenant intégré au terme Mh dans la nouvelle écriture proposée par le COMIFER. Ce terme Mha globalise les effets à moyen et long terme des apports d'effluents, avec pour conséquence que la composante "effluent" de la composante "Système" du flux Mh est intégrée dans le flux Mha.

Ainsi le GREN de Bretagne retient les principes suivants :

Le terme Mh dans l'équation (3') du COMIFER comprend :

- le poste « *contribution de l'humus du sol et du système de culture* », dans lequel sont également intégrés A, Gx, lx et L (de l'équation 3) dénommé « *Mhs* », compte tenu du mode d'évaluation de ce terme par mesure au champ et sur plusieurs années, avec :
  - A : apports atmosphériques
  - Gx : pertes par voie gazeuse aux dépens de l'engrais minéral et de la fraction minérale du Produit Résiduaire Organique (PRO) apporté après l'ouverture du bilan
  - L : pertes par lixiviation du nitrate

- Ix : organisation par voie microbienne aux dépens de l'azote minéral apporté sous forme d'engrais de synthèse ou de fraction minérale du PRO
- le poste Mha globalisant les effets à moyen et long terme des apports d'effluents.

Comme expliqué précédemment, en Bretagne, le poste Mha «minéralisation nette due aux amendements organiques des années précédentes» s'ajoute aux termes Mhs, Mhp, Mr et MrCi (cf. tableau page 3).

### **Précisions sur les termes Nirr de l'équation 3'**

Nirr : azote apporté par l'eau d'irrigation estimé à zéro en Bretagne compte tenu de la faible irrigation des grandes cultures en Bretagne.

### **Précisions sur les termes Mr et MrCi de l'équation 3'**

les postes Mr et MrCi ne se cumulent pas dans les conditions climatiques bretonnes. C'est pourquoi l'équation ci-dessous comporte la parenthèse Mr ou MrCi.

On obtient donc l'équation suivante :

$$Pf = Pi + Ri + Mhs + Mha + Mhp + (Mr \text{ ou } MrCi) + X + Xa - Rf$$

D'où:

$$X + Xa = (Pf + Rf - Pi) - (Ri + Mhs + Mha + Mhp + (Mr \text{ ou } MrCi))$$

Le poste Pf étant égal au produit des besoins par unité produite (b) et de l'objectif de rendement (y), la dose d'équivalent-engrais à apporter devient :

$X + Xa = (b \times y - Pi + Rf) - (Ri + Mhs + Mha + Mhp + (Mr \text{ ou } MrCi))$
--

On prend donc bien au final les mêmes flux que dans l'équation (3') du COMIFER, mais avec une compartimentation et un paramétrage différents, calés sur les références moyennes régionales existantes.

<b>RÉCAPITULATIF : POSTES DE L'ÉQUATION DU BILAN POUR LE MAÏS, LES CÉRÉALES <sup>(1)</sup> ET LE COLZA EN BRETAGNE <sup>(2)</sup></b> 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>Pf</b> : Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan <b>Pf = b x y</b>	<b>b</b> : Besoin par unité, par variété, par unité produite <b>y</b> : Objectif de rendement selon zonage local ou départemental
<b>Rf</b> : Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan	Azote dans le sol non valorisable
<b>Pi</b> : Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan	
<b>Ri</b> : Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan	Azote mesuré via le réseau régional des Reliquats Sortie Hiver (RSH)
<b>Mhs</b> : contribution de l'humus du sol et du système de culture	Ce terme prend en compte A, Gx et lx et L. Il ne prend pas en compte l'arrière effet des effluents Mha.
<b>Mha</b> : fournitures d'azote par les amendements organiques des années précédentes	
<b>Mhp</b> : Minéralisation nette due à un retournement de prairie	
<b>Mr ou Mrci</b> : Minéralisation nette de résidus de récolte ou des CIPAN après destruction	Les postes Mr et Mrci ne se cumulent pas dans les conditions climatiques bretonnes

- (1) la date d'ouverture du bilan correspond, pour le maïs et les céréales, à la période fin février-début mars.
- (2) Dans le cas du colza graine, on distingue deux cycles de végétation : pour le premier cycle (automne-hiver) une fertilisation est possible jusqu'à un plafond de 65 uN équivalent engrais. L'azote absorbé par la culture pendant ce premier cycle est pris en compte dans le bilan prévisionnel du deuxième cycle. L'ouverture du bilan pour le deuxième cycle correspond à une date de croissance active des plantes, habituellement obtenue vers la fin janvier en Bretagne.

## 2/ Déclinaison de la méthode du bilan prévisionnel pour les PRAIRIES en Bretagne

La dose totale d'apport en azote pour une prairie est égale à :  
(Besoins – Fournitures (par le sol+ légumineuses)) / CAU <sup>3</sup>

L'équation du COMIFER retenue pour le calcul de la fertilisation azotée sur prairie est l'équation 4' (p.24 de la Brochure COMIFER 2011) :

$$(4') \quad Pf = P0 + (X+Xa) \times CAU$$

où P0 est un terme générique de fourniture du sol.

Le GREN de Bretagne retient les hypothèses suivantes:

$$Pf = Nexp$$

$$P0 = Mhs + Nrest + Fs$$

d'où

$X + Xa = (Nexp - (Mhs + Nrest + Fs)) / CAU$
--

<sup>3</sup> Voir le détail pour les prairies à l'annexe 8

<b>POSTES DE L'ÉQUATION DU BILAN DU GREN BRETAGNE POUR LES PRAIRIES</b> 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  $N_{exp} = b \times y$	Correspond à la quantité d'azote contenue dans les parties aériennes produites b : besoin par unité produite (en kg N/T MS) y : objectif de rendement (en T MS/ha)
<b>Mhs</b>  + <b>Nrest</b>	Fournitures par le sol liées aux arrières effets des effluents et au système de culture + 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 Cultures Intermédiaires à Vocation Energétique (CIVE)**

Rappel : les cultures dérobées sont des cultures présentes entre deux cultures principales dont la production est exportée ou pâturée. Ces cultures sont donc différentes des cultures pièges à nitrates (CIPAN) qui ne sont, ni récoltées, ni fauchées, ni pâturées.

NB : La grille de calcul prairie n'est pas adaptée au calcul de la fertilisation d'une culture de Ray Grass d'Italie en dérobée (annexe 7).

#### **Plafonds d'apport fertilisant au semis pour les cultures de dérobées et CIVE :**

- Pour un semis en juillet, les apports au semis peuvent être de 60 uN équivalent engrais maxi.
- Pour un semis en août, les apports au semis peuvent être de 40 uN équivalent engrais maxi.
- Pour un semis en septembre, aucun apport n'est autorisé, sauf effluent peu chargé (issu d'un traitement d'effluent brut avec une teneur < 0.5 uN/m<sup>3</sup>) dans la limite de 20 uN équivalent engrais/ha.

Au printemps, la fertilisation de la dérobée se raisonne avec la fertilisation de la culture principale qui suit : exemple grille Dérobée- Maïs.

#### 4/ Cas des LEGUMES INDUSTRIE

**Le principe général retenu par le GREN Bretagne, pour raisonner la fertilisation azotée sur les légumes industrie, repose sur une approche forfaitaire de certains termes du bilan, aboutissant à une dose de référence à moduler selon les trois termes du bilan qui ont le plus de poids dans le calcul de la dose : reliquat pré-semis, précédent cultural et apports organiques des années antérieures.**

Dose d'azote à prévoir  $(X + X_a) = \text{Dose d'azote de référence} - \text{Fournitures d'azote (reliquat pré-semis + azote du précédent cultural + azote des apports organiques des années antérieures)}$

$$X + X_a = \text{Dose de référence} - R_i - M_r - M_{ha}$$

#### 5/ Cas des LÉGUMES FRAIS

**Le principe général retenu par le GREN Bretagne pour raisonner la fertilisation des légumes frais repose sur l'utilisation d'un bilan simplifié issu des expérimentations de terrain** qui ont défini les différents termes du bilan en intégrant notamment le type de précédent cultural, la variabilité variétale, la diversité des dates de plantation et des situations climatiques (proximité de la mer ou non).

Les différents postes du bilan ayant conduit à un bilan simplifié sont les suivants :

- mobilisations de la culture (Pf) : valeurs forfaitaires par hectare;
- reliquat d'azote en fin de culture (Rf) : à dire d'expert et valeurs guides
- minéralisation de l'humus du sol (Mhs) avec une prise en compte du coefficient temps, du climat et du système;
- reliquat d'azote au début du bilan (Ri) en fonction du type de système et du précédent. Si les reliquats observés dans le cadre d'un réseau sont nettement supérieurs ou inférieurs aux références prises en compte dans le bilan simplifié Légumes frais, des conseils d'adaptation de fertilisation sont diffusés par les organisations professionnelles agricoles.
- contribution des apports organiques et déjections (base Fumier de Bovin une fois tous les 2-3 ans).

L'équation du bilan simplifié se traduit de la façon suivante pour une variété donnée, une date de plantation et un précédent cultural :

$$X + X_a = \text{dose de référence}$$

## II - Apports d'azote des déjections animales et prise en compte des pertes au stockage

### 1/ Détermination de l'azote à gérer sur l'exploitation

- Quantité d'azote produite par les animaux de l'installation (1)
- Quantité d'azote éliminée par traitement en station ou compostage (2)
- + Quantité d'azote organique reçue et épandue sur l'installation
- Quantité d'azote sortie de l'installation par transfert

---

- = azote organique à gérer

(1) il s'agit de la quantité d'azote épandable déterminée selon les références Corpen et définie dans différents arrêtés ou circulaires spécifiques à chaque espèce. Cette quantité tient déjà compte des pertes de composés azotés qui ont lieu dans le bâtiment et au cours d'un stockage de durée moyenne. Cette quantité dépend des modalités de collecte des effluents (lisier, fumiers,...). Pour les porcs elle dépend également de l'alimentation (standard, biphasée) et elle peut être déterminée soit en utilisant des références moyennes soit en utilisant le bilan réel simplifié tel que décrit dans le document CORPEN 2003 (circulaire de 19 août 2004). Pour les vaches laitières cette quantité dépend du niveau de production et du temps passé à l'extérieur (cf. tableau ci après, arrêté du 19/12/2012).

(2) déterminée selon les valeurs d'abattement définies lors de l'agrément du procédé de traitement.

### 2/ Détermination des quantités d'azote maîtrisable et non maîtrisable

**Il est indispensable, pour la bonne gestion de la fertilisation des prairies de quantifier l'azote maîtrisable et non maîtrisable.**

L'azote non maîtrisable correspond aux déjections restituées au pâturage, et dépend donc du temps de pâturage des différentes catégories d'animaux. Pour les bovins autres que les vaches laitières ainsi que pour les ovins, caprins, équins et autres herbivores, le calcul des quantités d'azote restitué au pâturage s'effectue au prorata temporis.

Pour les vaches laitières, compte tenu de la réforme des normes CORPEN, les quantités d'azote maîtrisable et non maîtrisable se déterminent en fonction à la fois du temps de pâturage et du niveau de production.

Pour une vache ayant un niveau de production inférieur à 6000 kg/an :

Extérieur bâtiment		Répartition de Kg N/ vache / an		Prod N <sub>épan</sub> sur l'année
mois	% temps	N bâtiment	N pâturage	
0	0%	75	0	75
3	25%	56	19	75
3,5	29%	53	22	75
4	33%	50	42	92
5	42%	44	48	92
6	50%	37	55	92
7	58%	31	61	92
7,5	63%	28	76	104
8	67%	25	79	104
9	75%	19	85	104
10	83%	12	92	104
11	92%	6	98	104
12	100%	0	104	104

Pour une vache ayant un niveau de production entre 6000 et 8000 kg/an :

Extérieur bâtiment		Répartition de kg N/vache/an		Prod N <sub>épan</sub> sur l'année
Mois	% temps	N bâtiment	N pâturage	
0	0%	83	0	83
3	25%	62	21	83
3,5	29%	59	24	83
4	33%	55	46	101
5	42%	48	53	101
6	50%	41	60	101
7	58%	35	66	101
7,5	63%	31	84	115
8	67%	28	87	115
9	75%	21	94	115
10	83%	14	101	115

Pour une vache ayant un niveau de production supérieur à 8000 kg/an :

Extérieur bâtiment		Répartition de kgN/vache/an		Prod N <sub>épan</sub> sur l'année
Mois	% temps	N bâtiment	N pâturage	
0	0%	91	0	91
3	25%	68	23	91
3,5	29%	64	27	91
4	33%	61	50	111
5	42%	53	58	111
6	50%	46	66	111
7	58%	38	73	111
7,5	63%	34	92	126
8	67%	30	96	126
9	75%	23	103	126
10	83%	15	111	126

La quantité d'azote collectée en bâtiment est, pour un niveau de production donné, fonction de la durée de pâturage. Plus la durée de pâturage augmente et plus la quantité d'azote excrétée au champ est importante. Ainsi, pour déterminer la quantité d'azote excrétée en bâtiment, on prend en référence la quantité excrétée pour moins de 4 mois de pâturage, pour une catégorie de production donnée

**N bâtiment = Production annuelle de référence (moins de 4 mois) x (1 – temps de pâturage)**

**N pâturage = Production annuelle de référence - N bâtiment**

Exemple :

Arrêté du 19 décembre 2011

*Production d'azote épandable par les vaches laitières  
(kg d'azote/an/animal présent)*

TEMPS PASSÉ à l'extérieur des bâtiments	PRODUCTION LAITIÈRE (kg lait/vache/an)		
	< 6 000 kg	6 000 à 8 000 kg	> 8 000 kg
< 4 mois .....	75	83	91
4 à 7 mois .....	92	101 (*)	111 (*)
> 7 mois .....	104 (*)	115 (*)	126 (*)

(\*) Pour la période du 1<sup>er</sup> septembre 2012 au 31 août 2013, une valeur de 95 kg d'azote/an/vache s'applique aux élevages ayant plus de 75 % de surface en herbe dans la surface fourragère principale.

Pour une VL ayant une production moyenne de **7500 Kg** de lait et pâturant **6 mois** de l'année,

- la référence CORPEN sera de 101 unités
- la quantité d'azote maîtrisable sera de 41,5 unités ( 83 X (1-0,5))
- la quantité d'azote non maîtrisable sera de 59,5 unités ( 101 – 41,5)

**3/ Prise en compte des pertes liées au stockage**

En cas de **stockage très long, supérieur à 6 mois**, et pour tous les types de fumiers, **un abattement de 20% pourra être pris en compte** pour déterminer la quantité d'azote à épandre dans le plan de fumure.

## Tableau de répartition des cultures selon que s'applique l'équation du bilan (grille spécifique), une dose pivot et/ou une dose plafond

*Tableau validé par le GREN de Bretagne - version mars 2013*

Famille	Culture	Application d'une grille	Dose pivot <sup>(1)</sup> <i>en Kg de N efficace</i>	Dose plafond <sup>(2)</sup> <i>en Kg de N efficace</i>	Famille de coefficient d'équivalence engrais <sup>(3)</sup>
Céréales	Avoine de printemps	Céréales (Annexe 4)			Céréales
	Avoine d'hiver	Céréales (Annexe 4)			Céréales
	Blé tendre d'hiver	Céréales (Annexe 4)			Céréales
	Blé tendre de printemps	Céréales (Annexe 4)			Céréales
	Méteil à base de céréales	Céréales (Annexe 4)			Céréales
	Méteil mélange céréales légumineuses (<30%)			50	Céréales
	Méteil mélange céréales légumineuses (>30%)			0	Céréales
	Orge et escourgeon	Céréales (Annexe 4)			Céréales
	Sarrasin			50	Céréales
	Seigle	Céréales (Annexe 4)			Céréales
	Triticale	Céréales (Annexe 4)			Céréales
	Mais grain	Mais (Annexe 6)			Mais
	Mais semence	Mais (Annexe 6)			Mais
Oléo-protéagineux	Chanvre		40	80	Mais
	Féveroles			0	
	Lin (fibre)			50	Mais
	Lin (graine)		50	80	Mais
	Lupin printemps			0	
	Lupin automne			0	
	Pois de printemps			0	
	Pois d'hiver			0	
	Protéagineux fourragers			0	
	Protéagineux autres			0	
	Vesces			0	
	Colza (hiver)	Colza (Annexe 5)			Colza
	Colza (printemps)	Colza (Annexe 5)			Colza
	Tournesol			50	Mais
Luzeerne			200	Mais	
Prairies	Prairie temporaire pâturage rapide dominant	Prairies (annexe 8)			Prairies
	Prairie temporaire pâturage lent ou prairie mixte (pâturage + ensilage)	Prairies (annexe 8)			Prairies
	Prairie - foin précoce et foin de repousse	Prairies (annexe 8)			Prairies
	Prairies peu productives - foin tardif de 1 <sup>er</sup> cycle	Prairies (annexe 8)			Prairies
Fourrages de printemps	Mais ensilage	Mais (Annexe 6)			Mais
	Betterave fourragère	Mais (Annexe 6)			Mais
	Sorgho fourrager	Mais (Annexe 6)			Mais
	Légumineuses fourragères pures ( sauf luzerne)			0	
Légumes frais	Ail (en sec)	Légumes frais-échalote ( Annexe 9)			Cult Légumière (Print.)
	Ail (en vert)	Légumes frais-échalote ( Annexe 9)			Cult Légumière (Print.)
	Artichaut 2e année	Légumes frais (Annexe 9)			Mais
	Artichaut 3e année	Légumes frais (Annexe 9)			Mais
	Artichaut drageon ( 1ère année)	Légumes frais (Annexe 9)			Mais
	Betteraves potagères	Légumes frais- carotte d'automne (Annexe 9)			Mais
	Brocoli d'été	Légumes frais (Annexe 9)			Cult Légumière (Eté)
	Brocoli de printemps	Légumes frais (Annexe 9)			Cult Légumière (Print.)
	Carotte d'automne	Légumes frais (Annexe 9)			Cult Légumière (Eté)
	Carotte d'été (petite)	Légumes frais (Annexe 9)			Cult Légumière (Print.)
	Céleri rave d'automne	Légumes frais (Annexe 9)			Chou
	Chicorées frisées	Légumes frais- salades (Annexe 9)			Cult Légumière (Print.)
	Chicorées scaroles	Légumes frais- salades (Annexe 9)			Cult Légumière (Print.)

Famille	Culture	Application d'une grille	Dose pivot <sup>(1)</sup>	Dose plafond <sup>(2)</sup>	Famille de coefficient d'équivalence engrais <sup>(3)</sup>
	Chou pommé	Légumes frais (Annexe 9)			Chou
	Chou-fleur d'automne	Légumes frais (Annexe 9)			Chou
	Chou-fleur d'été	Légumes frais (Annexe 9)			Cult Légumière (Print.)
	Chou-fleur d'hiver	Légumes frais (Annexe 9)			Chou
	Chou-fleur tardif	Légumes frais (Annexe 9)			Chou
	Choux de Bruxelles	Légumes frais- chou fleur (Annexe 9)			Chou
	Légumes frais	Courgette d'automne	Légumes frais- tableau p 18 à 21 (Annexe 9))		
Echalote		Légumes frais (Annexe 9)			Cult Légumière (Print.)
Endives racines		Légumes frais (Annexe 9)			Maïs
Fenouil		Légumes frais- tableau p 18 à 21 (Annexe 9))			Cult Légumière (Eté)
Haricot vert ( legume frais)		Légumes frais- tableau p 18 à 21 (Annexe 9))			Cult Légumière (Print.)
Laitue de printemps		Légumes frais- salades (Annexe 9)			Cult Légumière (Print.)
Laitue d'été et d'automne		Légumes frais- salades (Annexe 9)			Cult Légumière (Eté)
Oignon d'automne		Légumes frais (Annexe 9)			Céréales
Oignon rosé		Légumes frais (Annexe 9)			Cult Légumière (Print.)
Panais		Légumes frais-carottes d'automne (Annexe 9)			Cult Légumière (Eté)
Petits pois ( legume frais)		Légumes frais- haricot vert (Annexe 9)			Cult Légumière (Print.)
Poireau d'automne		Légumes frais (Annexe 9)			Chou
Poireau d'été		Légumes frais (Annexe 9)			Cult Légumière (Print.)
Poireau d'hiver		Légumes frais (Annexe 9)			Chou
Pomme de terre précoce		Légumes frais (Annexe 9)			Cult Légumière (Print.)
Pomme de terre semences		Légumes frais (Annexe 9)			PDT hors primeur
Pomme de terre très précoce		Légumes frais (Annexe 9)			Cult Légumière (Print.)
Pommes de terre de consommation		Légumes frais (Annexe 9)			PDT hors primeur
Radis		Légumes frais-Carotte d'été (Annexe 9)			Cult Légumière (Print.)
Salsifis et scorsonères		Légumes frais-carottes d'automne (Annexe 9)			Cult Légumière (Eté)
Haricot coco		Légumes frais (Annexe 9)			Haricots
Légumes industrie	Grosse carotte industrie	Légumes industrie (Annexe 10)			Chou
	Jeune carotte industrie	Légumes industrie (Annexe 10)			Cult Légumière (Print.)
	Celeri branche			300	Haricots
	Epinards d'automne - industrie	Légumes industrie (Annexe 10)			Epinards ( été)
	Epinards de printemps / hiver - industrie	Légumes industrie (Annexe 10)			Epinards ( printemps)
	Flageolet	Légumes industrie (Annexe 10)			Haricots
	Haricot légume industrie	Légumes industrie (Annexe 10)			Haricots
	Gros haricots industrie	Légumes industrie (Annexe 10)			Haricots
	Petits pois d'industrie		30	50	Haricots
Cultures Dérobées	Dérobée fertilisation de fin d'hiver	Dérobée + maïs (Annexe 7)			Maïs
	Dérobées semées en juillet			60	Colza
	Dérobées semées en août			40	Colza
	Dérobées semées après le 31 août			0 <sup>(5)</sup>	
Autres	Fraises et fruits rouges de plein champ			80	Cult Légumière (Eté)
	Taillis courte rotation		50	80	Maïs
	Miscanthus récolte février mars			50	Maïs
	vergers		100	150	Maïs
	Plantes à parfum, aromatiques et médicinales	Doses plafonds : voir Annexe 2 bis			
	Autres cultures non précisées dans ce tableau <sup>(4)</sup>			100	Maïs

- (1) **Dose pivot** : dose **équivalent engrais** à partir de laquelle on peut faire des ajustements en plus ou en moins ( $\pm Y$ ). Y peut donc diminuer ou augmenter suivant les conditions (climat, variété, sol ...). Dans tous les cas, la dose plafond associée ne peut être dépassée.
- (2) **Dose plafond** : dose **équivalent engrais** maximale issue de références tirées d'expérimentation au champ, à ne pas dépasser. Elle laisse le libre choix d'épandre des doses plus faibles.
- (3) Cette colonne permet de faire la correspondance avec l'annexe 11 relative aux coefficients d'équivalence engrais PRO. En effet, ces coefficients varient en fonction des familles de cultures indiquées ici.
- (4) Pour ces cultures: il est appliqué la **dose balai** : dose maximale à ne pas dépasser pour la période culturale. Si nécessaire, et pour des cultures particulières, le GREN peut être consulté pour avis sous réserve d'apporter des références.
- (5) sauf effluent peu chargé (issu d'un traitement d'effluent brut avec une teneur < 0.5 uN/m3) dans la limite de 20 uN équivalent engrais/ha

**ANNEXE 2 bis : Unités d'azote/ha pour les cultures de Plantes à Parfum,  
médicinales et aromatiques**

espèces	Dose plafond N implantation au printemps	Dose plafond N après chaque coupe
lavandin	60	
pavot oeillette	100	
lavande	60	
sauge sclarée	60	
basilic	120	60
camomille romaine	60	
cassis	60	
chardon Marie	60	
coriandre	120	60
estragon	80	80
ginkgo	180	
menthe poivrée	200	80
persil	120	60
thym	160	
aneth	80	60
cerfeuil	200	
ciboulette	100	50
fenugrec	40	
mélisse officinale	100	60
origan sp.	80	80
psyllium	60	
romarin	100	
sauge officinale	80	40
valériane officinale	60	

(Adapté des données ITEPMAI, 2012 - en ligne sur :

<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/ref-complementaires.html> )

## Rendements prévisionnels des cultures en Bretagne

Tableau validé par le GREN de Bretagne - version mars 2013

### Tableau utilisable pour les campagnes 2012/2013/2014

Source : DRAAF Bretagne - SRISE - AGRESTE - Séries SAA de 2002 à 2011

Famille	Culture	Rendement (moyenne régionale sur 10 ans) <sup>(1)</sup>
<b>Céréales en qx/ha</b>	Avoine de printemps	49
	Avoine d'hiver	50
	Blé tendre d'hiver	71
	Blé tendre de printemps	67
	Orge et escourgeon d'hiver	64
	Orge et escourgeon de printemps	59
	Seigle	47
	Triticale	62
	Maïs grain	81
	Sorgho	67
	Maïs semence	37
<b>Oléo protéagineux en qx/ha</b>	Colza (hiver)	32
	Colza (printemps)	28
<b>Prairies en tMS/ha</b>	Prairie temporaire pâturage rapide dominant <sup>(2)</sup>	8
	Prairie temporaire pâturage lent ou prairie mixte (pâturage + ensilage) <sup>(2)</sup>	7.5
	Prairie - foin précoce et foin de repousse <sup>(2)</sup>	5.5
	Prairies peu productives - foin tardif de 1 <sup>er</sup> cycle <sup>(2)</sup>	4.5
<b>Fourrages de printemps en tMS/ha</b>	Maïs ensilage	12.1
<b>Légumes industrie en qx/ha</b>	Grosse carotte industrie	462
	Céleri branche	500
	Epinards d'automne - industrie	211
<b>Autres en qx/ha</b>	Fraises et fruits rouges de plein champ	100

(1) les valeurs du tableau résultent d'un calcul fait en 2011 sur les rendements des 10 dernières années. Ces valeurs seront révisées annuellement en juillet pour la campagne culturale suivante.

(2) Les sources SRISE pour ces valeurs ne sont pas disponibles. Les valeurs indiquées sont des valeurs estimées.

# 4-1 Grille de calcul de la dose d'azote prévisionnelle pour les céréales en Bretagne

## Document GREN de Bretagne - mars 2013

### A. Besoins du peuplement végétal

\* Azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan **(Pf)**

\* Choix de l'objectif de rendement

Cf. modalités de calcul des rendements prévisionnels suivant l'article 2-2° de l'arrêté

\* Azote absorbé par unité de production

Blé tendre	3 kg N/q (*)	(*) : Plus ou moins selon les variétés (annexe 4-2)
Orge	2,5 kg N/q	
Triticale	2,6 kg N/q	
Seigle	2,3 kg N/q	
Avoine	2,2 kg N/q	
Méteil sans légumineuse	2,5 kg/q	

Méteil avec Lég. : S'il reste entre 0 et 30 % de légumineuses en fin d'hiver : apport de 50 kg N équivalent engrais minéral au maximum Si légumineuses > 30% : pas d'apport azote

Rendement :

q /ha

x

Coef. ( b ) :

kg N/q

=

(1)

kg N /ha

\* Azote déjà prélevé(\*) par la culture **(Pi)**

(\*) Ce poste est à prendre en compte uniquement si la date de calcul de la dose, de la mesure ou de l'estimation du reliquat d'azote sortie hiver (RSH) est postérieure à la seconde décade de février (20/02).

(2)

kg N /ha

\*Azote non valorisable **(Rf)**

Quel que soit le type de sol, ne retenir que 30 kg N/ha

(3)

kg N /ha

Pour la parcelle analysée

Total des besoins des cultures (1) - (2) + (3) =

**(A)**

**(Pf-Pi+Rf)**

kg N /ha

## B. Estimation des fournitures d'azote par le sol

### Contribution de la minéralisation d'automne et de début d'hiver

#### 3. Reliquat sortie hiver (RSH) (A l'ouverture du bilan)

(Ri)

- 1 prendre la mesure de reliquat pour votre parcelle si vous en disposez
- 2 sinon prendre la valeur proposée par le réseau de suivi régional RSH
- 3 sinon prendre, selon les départements : Finistère : 30 kg N/ha, Morbihan et Côtes d'Armor : 40 kg N/ha, Ille et Vilaine : 50 kg N/ha si votre PPF est réalisé avant publication des résultats du réseau régional RSH (Ce niveau de RSH sera obligatoirement corrigé dans le cahier de fertilisation)

	kg N /ha
	kg N /ha
	kg N /ha

### Contribution de la minéralisation de fin d'hiver et de printemps

#### 4. Contribution des retournements de prairies

(Mhp)

Les associations ray-grass - trèfle blanc correspondent au cas "100% pâture"

Rang de la culture post destruction	Type d'exploitation de la prairie	Age de la prairie				
		6-18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1	100% pâture	10	30	50	60	70
	1 fauche + P	5	25			
	2 fauches + P	0	20			
	100% fauche	0	10	20	20	30
2	Tout type d'exploitation	0	0	0	0	0

Dans ce tableau, il n'est donné que l'effet **direct** du retournement de prairie en tenant compte de son mode d'exploitation selon les références établies par l'INRA, ARVALIS et les Chambres d'Agriculture de Bretagne. Les arrières effets sont dans le tableau 7.

#### 5. Contribution des apports organiques des années précédant le semis

(Mha)

Fréquence des apports organiques	Nature des apports									
	Fumier bov.	Lisier bov.	Fumier vol.	Lisier vol.	Lisier porc	Fumier porc	Compost lisier porc	Compost fumier bovin et "Boues STEP-déchets verts"	Compost fumier volailles	Compost OM et compost mûr de déchets verts
	à 5.5 kg N/t	à 3 kg N/m <sup>3</sup>	à 25 kg N/t	à 7 kg N/m <sup>3</sup>	à 3.5 kg N/m <sup>3</sup>	à 4 kg N/t	à 6 kg N/t	à 6.5 kg N/t	à 20 kg N/t	à 8 kg N/t
tous les ans	50	25	40	15	15	25	60	45	70	90
2 années sur 3	35	15	25	10	10	20	40	35	45	60
tous les 2 ans	25	10	20	5	5	15	30	25	35	45
tous les 3 ans et +	15	5	10	0	0	10	20	15	25	30

Ces valeurs correspondent à des pratiques régulières sur la parcelle.

Pour un fertilisant donné, si la quantité et la teneur appliquées sont différentes de celles proposées en tête de colonne, il suffit de faire une règle de trois

Il faut prendre en compte toutes les déjections apportées : en cas d'apports multiples, effectuer la somme des apports individuels ainsi recalculés

ex: pour une rotation maïs (avec 30 t fumier bovin) et blé (avec 30 m<sup>3</sup> lisier de porc), cela correspond à du fumier bovin tous les 2 ans et du lisier porc tous les 2 ans; les arrières effets sont de 25 + 5 = 30 kg d'azote.

#### 6. Contribution des résidus du précédent (\*) (pour les prairies, voir 4)

(Mr ou Mrci)

Précédent	Conditions de récolte	kg N/ha
Betteraves	feuilles enfouies	20
	feuilles non enfouies	0
Céréales	pailles exportées	0
	pailles enfouies	-20
Colza, pomme de terre, haricots, pois		20

Précédent	Conditions de récolte	kg N/ha
Tournesol		0
Légumineuses fourragères (luzerne, trèfle ...)		30
CIPAN avant céréales, Jachères		20
Maïs	ensilage	0
	grain	-10
Choux fleurs d'hiver		40

(\*) Pas d'addition de plusieurs précédents

#### 7. Contribution de l'humus du sol et du système de culture

(Mhs)

Système de Cultures	kg N/ha	
Maïs - Céréales	Rotation maïs ensilage et céréales (CIPAN)	60
	Rotation maïs grain et céréales (CIPAN)	65
Prairies pâturées	3 années de prairie sur 10	65
	5 années de prairie sur 10	70
	8 années de prairie sur 10	80
Légumes	Endiviers et terre de St Malo	50
	Légumes céréales ou lég. Industries	70
	Légumes frais 100 %	80

Pour la parcelle analysée

<input type="text"/>	(B) Total des fournitures du sol (3 + 4 + 5 + 6 + 7)
<input type="text"/>	[Ri+Mhp+Mha+(Mr ou Mrci)+Mhs]

Reprendre la valeur de A (page précédente) puis faire le calcul ci-dessous

Dose à apporter = besoins - fournitures

Dose à apporter = (A) - (B)

<input type="text"/>	kg N /ha
----------------------	----------

**Annexe 4-2**  
**Répartition des variétés de blé tendre selon**  
**leur besoin en azote ( Coefficient b)**

**2013**

GROUPE	VARIETES
<b>b = 2,8</b>	Accroc, Adhoc, Ambition, Amundsen, Aramis, Arlequin, Bermude, Cellule, Expert, Fairplay, Glasgow, Hekto, Hybery, Hymack, Hyscore, Hystar, Hysun, Hyxtra, JB Diego, Lear, Oakley, Pakito, Perfector, Pierrot, Prevert, Ronsard, Scor, Selekt, Sobbel, Sokal, Sponsor, Sy Moisson, Trapez, Trémie, Viscount
<b>b = 3,0</b>	Adequat, Alixan, Altigo, Altria, Amador, Apache, Aprilio, Arezzo, Aristote, Arkeos, As de cœur, Ascott, Attitude, Aurele, Autan, Bagou, Barok, Bergamo, Boisseau, Boregar, Boston, Brentano, Campero, Centenaire, Charger, Chevron, Compil, Cordiale, Dialog, Dinosor, Epidoc, Ephoros, Equilibre, Euclide, Flaubert, Fluor, Folklor, Forblanc, Galopain, Garantus, Goncourt, Haussmann, Hyxo, Hyxpress, Illico, Innov, Isengrain, Kalystar, Karillon, Marcelin, Maxwell, Nirvana, Nucleo, Oregrain, Orvantis, Oxebo, Paledor, Pepidor, Perceval, Phare, Plainedor, Pr22r28, Premio, Razzano, Richepain, Rochfort, Rodrigo, Rosario, Rubisko, Rustic, Sankara, Seyrac, Sirtaki, Sogood, Solehio, Sollario, Sweet, Swinggy, Toisondor, Uski,
<b>b = 3,2</b>	Accor, Adagio, Aerobic, Allez y, Altamira, Ambello, Amerigo, Athlon, Atlass, Aubusson, Avantage, Azimut, Azzerti, Camp-Rémy, Calabro, Caphorn, CCB Ingenio, Cézanne, Chevalier, Croisade, Exelcior, Exotic, Farandole, Frelon, Galactic, Graindor, Instinct, Interet, Iridium, Isidor, Kalango, Koreli, Limes, Manager, Mercato, Miroir, Musik, Nogal, Nuage, Oratorio, Paindor, Racine, Saint Ex, Samurai, Soissons, Sorrial, Sy Alteo, Sy Tolbiac, Valodor,
<b>b = 3,5</b> Blés améliorants	Antonius, Arfort, Courtot, Bagatelle 007, Bologna, Bussard, Esperia, Figaro, Fiorina, Florence Aurore, Furio, Galibier, Hyno-rista, Lennox, Levis, Logia, Lona, Ludwig, Monopole, Nara, Pireneo, Qualital, Quality, Quebon, Renan, Runal, Saturnus, Sebasto, Segor, Siala, Somme, Stefanus, Tamaro, Togano, Trofeo, Turelli, Valbona

**Les autres variétés non référencées ici sont positionnées par défaut en b = 3,0**

## 4-3 Exemple de calcul de la dose d'azote prévisionnelle pour les céréales en Bretagne

Document validé par le GREN de Bretagne - février 2013

### A. Besoins du peuplement végétal

#### \* Azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

\* Choix de l'objectif de rendement  
Cf. modalités de calcul des rendements prévisionnels suivant l'article 2-2\* de l'arrêté

Rendement : **80** g/ha

#### \* Azote absorbé par unité de production

Blé tendre	3 kg N/q (*)
Orge	2,5 kg N/q
Triticale	2,6 kg N/q
Seigle	2,3 kg N/q
Avoine	2,2 kg N/q
Méteil sans légumineuse	2,5 kg/q

(\*) : Plus ou moins selon les variétés (annexe 4-2)

Coef. (b) :

**3** kg N/q

= (1) **240**

Méteil avec Lég. : S'il reste entre 0 et 30 % de légumineuses en fin d'hiver : apport de 50 kg N équivalent engrais minéral au maximum  
Si légumineuses > 30% : pas d'apport azote

#### \* Azote déjà prélevé(\*) par la culture

(\*) Ce poste est à prendre en compte uniquement si la date de calcul de la dose, de la mesure ou de l'estimation du reliquat d'azote sortie hiver (RSH) est postérieure à la seconde décade de février (20/02).

(2) **0** kg N/ha

#### \*Azote non valorisable

Quel que soit le type de sol, ne retenir que 30 kg N/ha

(3) **30** kg N/ha

Pour la parcelle analysée

Total des besoins des cultures (1) - (2) + (3) =

(A)

**270**

**50**

- 1 prendre la mesure de reliquat pour votre parcelle si vous en disposez (Ce niveau de RSH sera obligatoirement corrigé après publication des RSH du réseau)
- 2 sinon prendre la valeur proposée par le réseau du suivi régional RSH
- 3 sinon prendre, selon les départements : Finistère : 30 kgN/ha, Morbihan et Côtes d'Armor : 40 kgN/ha, Ile et Vilaine : 50 kgN/ha si votre PPF est réalisé avant publication des résultats du réseau régional RSH (Ce niveau de RSH sera obligatoirement corrigé dans le cahier de fertilisation)

	kg N/ha
	kg N/ha
<b>50</b>	kg N/ha

### Contribution de la minéralisation de fin d'hiver et de printemps

#### 4. Contribution des retournements de prairies

##### exemple : pas de retournement de prairie

Les associations ray-grass - trèfle blanc correspondent au cas "100% pâture"

Rang de la culture post destruction	Type d'exploitation de la prairie	Age de la prairie				
		6-18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1	100% pâture	10	30	Aucun apport d'azote n'est autorisé sur la culture		
	1 fauche + P	5	25			
	2 fauches + P	0	20			
	100% fauche	0	10			
2	Tout type d'exploitation	0	0	0	0	0

Dans ce tableau, il n'est donné que l'effet direct du retournement de prairie en tenant compte de son mode d'exploitation selon les références établies par l'INRA, ARVALIS et les Chambres d'Agriculture de Bretagne. Les arrière effets sont dans le tableau 7.

#### 5. Contribution des apports organiques des années précédant le semis

exemple : apports : 25 t fumier bovin (à 5,5 kg N/t) sur maïs et 25 m3 lisier de porcs (à 3,5 kg N/m3) sur céréales

Fréquence des apports organiques	Nature des apports : pour un apport donné, si la quantité appliquée est différente de celle proposée en t ou m3 en tête de colonne, il suffit de faire une règle de trois, puis en cas									
	Fumier bov. à 5,5 kg N/t	Lisier bov. à 3 kg N/m3	Fumier vol. à 25 kg N/t	Lisier vol. à 7 kg N/m3	Lisier porc à 3,5 kg N/m3	Fumier porc à 4 kg N/t	Compost lisier porc à 6 kg N/t	Compost fumier bovin et "épaves STEF" déclassés vers	Compost fumier volailles	Compost DM et compost mixé de déchets verts
tous les ans	30 t	40m3	10 t	15 m3	30 m3	30 t	30 t	20 t	8 t	30t
2 années sur 3	50	25	40	15	15	25	60	45	70	90
tous les 2 ans	35	15	25	10	10	20	40	35	45	60
tous les 3 ans et +	25	10	20	5	5	15	30	25	35	45
	15	5	10	0	0	10	20	15	25	30
Azote apporté par le fumier bovin une fois tous les deux ans sur maïs soit: (25xN30)/25t = <b>20,8uN</b>										
Azote apporté par le lisier porc une fois tous les deux ans sur blé soit: (5uN/30m3)*25m3 = <b>4,2uN</b>										
Contributions des apports organiques soit au total <b>20,8 + 4,2 = 25 uN</b>										

#### 6. Contribution des résidus du précédent (\*) (pour les prairies, voir 4)

Précédent	Conditions de récolte	kg N/ha
Betteraves	feuilles enfouies	20
	feuilles non enfouies	0
Céréales	pailles exportées	0
	pailles enfouies	-20
Colza, pomme de terre, haricots, pois		20

Précédent	Conditions de récolte	kg N/ha
Tournesol		0
	Légumineuses fourragères ( luzerne, trèfle ... )	30
CIPAN avant céréales, Jachères		20
	ensilage	0
Maïs		
	grain	-10
Choux fleurs d'hiver		40

#### 7. Contribution de l'humus du sol et du système de culture

Système de Cultures		kg N/ha
Maïs - Céréales	Rotation maïs ensilage et céréales (CIPAN)	60
	Rotation maïs grain et céréales (CIPAN)	65
Prairies pâturées	3 années de prairie sur 10	65
	5 années de prairie sur 10	70
	8 années de prairie sur 10	80
	Endiviers et terre de St Malo	50
Légumes	Légumes céréales ou lég. Industrielles	70
	Légumes frais 100 %	80

Pour la parcelle analysée

(B) Total des fournitures du sol (3 + 4 + 5 + 6 + 7)

**135**

Reprendre la valeur de A (page précédente) puis faire le calcul ci-dessous

Dose à apporter = besoins - fournitures

**135** kg N/ha

Dose à apporter = (A) - (B)

# 5-1 Grille de calcul de la dose d'azote prévisionnelle pour le colza d'hiver en Bretagne

*Grille validée par le GREN - version mars 2013*

**NB :** Dans le PPF, le calcul doit être fait sur deux périodes : du semis à la mi-janvier et de la mi-janvier à la récolte. Cette grille est élaborée pour le complément à apporter en 2ème partie.

### 1<sup>ère</sup> période de culture

Les apports au semis sont plafonnés à 65 kg N/ha équivalent engrais minéral.

### 2<sup>ème</sup> période de culture

Le deuxième cycle s'ouvre en janvier en estimant l'azote déjà mobilisé par la culture à cette date.

## A . BESOINS DU PEUPEMENT VEGETAL

### \*Azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (Pf)

\* Choix de l'objectif de rendement

Cf. modalités de calcul des rendements prévisionnels suivant l'article 2-2° de l'arrêté

Rendement :

q /ha

x

6,5 kg N/q

=

kg N /ha

\* Azote absorbé par unité de production

### \* Azote déjà prélevé par la culture (Nabs) (Pi)

La mesure ou l'estimation de l'azote déjà prélevé doit correspondre à l'ouverture du bilan (date de calcul de la dose), soit de façon optimale à la mi-janvier.

L'azote prélevé est directement lié à la biomasse produite :

$$N abs (kg/ha) = matière fraîche (kg/m^2) \times 65$$

2.a Estimation par pesée (fortement conseillée) (2a)

ou

ou

2.b Estimation par méthode visuelle (2b)

Développement végétatif	Pesée en Kg/m <sup>2</sup>	Azote absorbé (b)
+	0.45	30
++	0.77	50
+++	1.54	100
++++	2.31	150

*A noter que : L'apport d'azote au semis est limité à 65 kg d'azote équivalent-engrais.*

*azote absorbé correspondant normalement à un colza non fertilisé au semis*

*azote absorbé correspondant normalement à une fertilisation au semis*

suivant la méthode retenue : (2) = (2a) ou (2b)

(2) kg N /ha

+

30

(3) kg N /ha

=

### \* Azote non valorisable (Rf)

*Pour la parcelle analysée*

**Total des besoins des cultures (1 - 2 + 3) :**

**(A)**

(Pf-Pi+Rf)

**B. ESTIMATION DES FOURNITURES D'AZOTE PAR LE SOL****Contribution de la minéralisation d'automne et du début d'hiver non absorbée par le colza****4. Reliquat sortie hiver (RSH)****(Ri)**Si l'azote absorbé (Nabs) est > 60 kg N, le reliquat est généralement faible : prendre **10** kg N/ha.

Sinon, une mesure de reliquat est fortement conseillée.

kg N /ha

**Contribution de la minéralisation de fin d'hiver et de printemps****5. Contribution des retournements de prairie****(Mhp)**

Les associations ray-grass - trèfle blanc correspondent au cas "100% pâture"

Rang de la culture post destruction	Type d'exploitation de la prairie	Age de la prairie				
		6 - 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1	100% pâture	10	25	40	50	60
	1 fauche + P	5	20	30	40	50
	2 fauches + P	0	15	20	30	40
	100% fauche	0	10	15	20	25
2	Tout type d'exploitation	0	0	0	0	0

Dans ce tableau, il n'est donné que l'effet **direct** du retournement de prairie en tenant compte de son mode d'exploitation selon les références établies par l'INRA, ARVALIS et les chambres d'agriculture de Bretagne. Les arrières effets sont dans le tableau 8.

**6. Contribution des apports organiques des années précédant le semis****(Mha)**

Fréquence des apports organiques	Nature des apports									
	Fumier bov. à 5,5 kg N/t	Lisier bov. à 3 kg N/m <sup>3</sup>	Fumier vol. à 25 kg N/t	Lisier vol. à 7 kg N/m <sup>3</sup>	Lisier porc à 3,5 kg N/m <sup>3</sup>	Fumier porc à 4 kg N/t	Compost lisier porc à 6 kg N/t	Compost fumier bovin et "Boues STEP+déchets verts" à 6,5 kg N/t	Compost fumier volailles à 20 kg N/t	Compost OM et Compost mûr de déchets verts à 8 kg N/t
	30 t	40m <sup>3</sup>	10 t	15 m <sup>3</sup>	30 m <sup>3</sup>	30 t	30 t	20 t	8 t	30t
tous les ans	40	20	25	10	20	15	45	40	55	70
2 années sur 3	25	15	15	5	15	10	30	30	35	45
tous les 2 ans	20	10	10	5	10	5	20	20	25	35
tous les 3 ans et +	10	5	5	0	5	0	15	10	20	20

Ces valeurs correspondent à des pratiques régulières sur la parcelle.

Pour un fertilisant donné, si la quantité et la teneur appliquées sont différentes de celles proposées en tête de colonne, il suffit de faire une règle de trois

Il faut prendre en compte toutes les déjections apportées : en cas d'apports multiples, effectuer la somme des apports individuels ainsi recalculés

**7. Contribution des résidus du précédent (pour les prairies, voir 5)****(Mr ou Mrci)**

Précédent	Conditions de récolte	kg N/ha
Betteraves	feuilles enfouies	20
	feuilles non enfouies	0
Céréales	pailles exportées	0
	pailles enfouies	-20

Précédent	kg N/ha
CIPAN avant colza, jachères	20
Pomme de terre, pois, haricots	20

**8. Contribution de l'humus du sol et du système de cultures****(Mhs)**

Système de cultures	kg N/ha	
Maïs - Céréales	Rotation maïs ensilage et céréales (CIPAN) colza	50
	Rotation maïs grain et céréales (CIPAN) colza	55
Prairies pâturées avec 3 passages par an	3 années de prairie sur 10	55
	5 années de prairie sur 10	60
	8 années de prairie sur 10	70
Légumes	Endiviers et terre de St Malo	40
	Légumes céréales ou lég. Industries	50
	Légumes 100 %	70

Pour la parcelle analysée

**(B) Total des fournitures du sol ( 4 + 5 + 6 + 7 + 8)****[Ri+Mhp+Mha+(Mr ou Mrci)+Mhs]**

Reprendre la valeur de A (page précédente) puis faire le calcul ci-dessous

Dose à apporter = besoins - fournitures

**Dose à apporter = (A) - (B)**

Kg N/ha

## 5-2 Exemple de calcul de la dose d'azote prévisionnelle pour le colza d'hiver en Bretagne

Grille validée par le GREN - version mars 2013

NB : Dans le PPF, le calcul doit être fait sur deux périodes : du semis à la mi-janvier et de la mi-janvier à la récolte. Cette grille est élaborée pour le complément à apporter en 2ème partie.

### 1<sup>ère</sup> période de culture

Les apports au semis sont plafonnés à 65 kg N/ha équivalent engrais minéral.

### 2<sup>ème</sup> période de culture

Le deuxième cycle s'ouvre en janvier en estimant l'azote déjà mobilisé par la culture à cette date.

### A. Besoins du peuplement végétal

#### \*Azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

\* Choix de l'objectif de rendement

Cf. modalités de calcul des rendements prévisionnels suivant l'article 2-2° de l'arrêté

Rendement : 35 q /ha

6,5 kg N/q

(1) 228 kg N /ha

\* Azote absorbé par unité de production

#### \* Azote déjà prélevé par la culture (Nabs)

La mesure ou l'estimation de l'azote déjà prélevé doit correspondre à l'ouverture du bilan (date de calcul de la dose), correspondant de façon optimale à la mi-janvier.

L'azote prélevé est directement lié à la biomasse produite :

$$N\ abs\ (kg/ha) = matière\ fraîche\ (kg/m^2) \times 65$$

2.a Estimation par pesée (fortement conseillée)

(2a) 2,6kg/m<sup>2</sup> \* 65

2.b Estimation par méthode visuelle

Développement végétatif	Pesée en Kg/m <sup>2</sup>	Azote absorbé (b)
+	0.45	30
++	0.77	50
+++	1.54	100
++++	2.31	150

A noter que : L'apport d'azote au semis est limité à 65 kg d'azote équivalent-engrais.

azote absorbé correspondant normalement à un colza non fertilisé au semis

azote absorbé correspondant normalement à une fertilisation au semis

(2b) [ ]

suivant la méthode retenue : (2) = (2a) ou (2b)

(2) 169 kg N /ha

#### \*Azote non valorisable

Pour la parcelle analysée

Total des besoins des cultures (1 - 2 + 3) :

(A) 89

## B. ESTIMATION DES FOURNITURES D'AZOTE PAR LE SOL

### Contribution de la minéralisation d'automne et du début d'hiver non absorbée par le colza

#### 4. Reliquat sortie hiver (RSH)

Si l'azote absorbé (Nabs) est > 60 kg N, le reliquat est généralement faible : prendre 10 kg N/ha.

10

Si non, une mesure de reliquat est fortement conseillée.

[ ] kg N /ha

### Contribution de la minéralisation de fin d'hiver et de printemps

#### 5. Contribution des retournements de prairie

Les associations ray-grass - trèfle blanc correspondent au cas "100% pâture"

Rang de la culture post destruction	Type d'exploitation de la prairie	Age de la prairie				
		6-18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1	100% pâture	10	25			
	1 fauche + P	5	20			
	2 fauches + P	0	15			
	100% fauche	0	10	15	20	25
2	Tout type d'exploitation	0	0	0	0	0

Aucun apport d'azote n'est autorisé sur la culture

Dans ce tableau, il n'est donné que l'effet direct du retournement de prairie en tenant compte de son mode d'exploitation selon les références établies par l'INRA, ARVALIS et les chambres d'agriculture de Bretagne. Les arrières effets sont dans le tableau 8.

#### 6. Contribution des apports organiques des années précédant le semis

exemple avec rotation : maïs-Blé-Colza avec 20 m3 lisier de porc (à 3,5 kg N/m3) tous les ans

Fréquence des apports organiques	Nature des apports									
	Fumier bov. à 5,5 kg N/t	Lisier bov. à 3 kg N/m3	Fumier vol. à 25 kg N/t	Lisier vol. à 7 kg N/m3	Lisier porc à 3,5 kg N/m3	Fumier porc à 4 kg N/t	Compost lisier porc à 6 kg N/t	Compost fumier bovin et "Boues STEP-déchets verts" à 6,5 kg N/t	Compost fumier volailles à 20 kg N/t	Compost OM et Compost mûr de déchets verts à 8 kg N/t
tous les ans	40	20	25	10	20	15	45	40	55	70
2 années sur 3	25	15	15	5	15	10	30	30	35	45
tous les 2 ans	20	10	10	5	10	5	20	20	25	35
tous les 3 ans et +	10	5	5	0	5	0	15	10	20	20
Azote apporté par le lisier porc tous les ans					soit: (20 uN/30m3)*20 m3 = 13,3 uN					
Contributions des apports organiques					soit au total 13,3 uN					

#### 7. Contribution des résidus du précédent (pour les prairies, voir 4)

Précédent	Conditions de récolte	kg N/ha
Betteraves	feuilles enfouies	20
	feuilles non enfouies	0
Céréales	pailles exportées	0
	pailles enfouies	-20

Précédent	kg N/ha
CIPAN avant colza, jachères	20
Pomme de terre, pois, haricots	20

#### 8. Contribution de l'humus du sol et du système de cultures

Système de cultures	kg N/ha	
Mais - Céréales	Rotation maïs ensilage et céréales (CIPAN) colza	50
	Rotation maïs grain et céréales (CIPAN) colza	55
Prairies pâturées avec 3 passages par an	3 années de prairie sur 10	55
	5 années de prairie sur 10	60
	8 années de prairie sur 10	70
Légumes	Endiviers et terre de St Malo	40
	Légumes céréales ou lég. Industries	50
	Légumes 100 %	70

Pour la parcelle analysée

Total des fournitures du sol ( 4 + 5 + 6 + 7 + 8)

Reprendre la valeur de A (page précédente) puis faire le calcul ci-dessous

Dose à apporter = besoins - fournitures

Dose à apporter = (A) - (B)

11 kg N /ha

78 (B)

# 6-1 Grille de calcul de la dose d'azote prévisionnelle pour le MAÏS en Bretagne

*Grille validée par le GREN de Bretagne - version mars 2013*

## A. Besoins du peuplement végétal

### \* Azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (Pf)

\* Choix de l'objectif de rendement sorti du champ

(Cf. modalités de calcul des rendements prévisionnels suivant l'article 2-2° de l'arrêté)

Rendement :

 t MS ou q /ha

x

coef :

 kg N/t MS ou q

=

(1)

(2)

0

(Pi)

(Rf)

+

(3)

30 kg N/ha

=

### \* Azote absorbé par unité de production

Ensilage dont le rendement est < ou = 14 tMS	14 kg N/t MS
Ensilage dont le rendement est > 14 tMS	13 kg N/t MS
Grain	2,3 kg N/q
Maïs semence	3 kg N/q
Betteraves	15 kg N/tMS
Sorgho fourrager	13 kg N/t MS

### \* Azote déjà prélevé par la culture (Nabs)

### \* Azote non valorisable

Quel que soit le type de sol, ne retenir que 30 kg N/ha

*Pour la parcelle analysée*

Total des besoins des cultures (1 - 2 + 3) =  
(Pf-Pi+Rf)

(A)

=

 kg N /ha

**B. Estimation des fournitures d'azote par le sol**  
**Contribution de la minéralisation d'automne et du début d'hiver**

**3. Reliquat sortie hiver (RSH) (fin février : ouverture du bilan)**

Selon que vous disposez :

- 1 d'une mesure de reliquat pour votre parcelle
- 2 si rotation "maïs-mais" : prendre le résultat issu du réseau de suivi régional RSH
- 3 sinon prendre la valeur suivante (Ce niveau de RSH sera obligatoirement à corriger dans le cahier de fertilisation après publication des RSH de l'année)

(Ri)

	kg N /ha
	kg N /ha
10	kgN/ha

 3

**Contribution de la minéralisation de fin d'hiver et de printemps**

**4. Contribution des retournements de prairie**

Les associations ray-grass - trèfle blanc correspondent au cas "100% pâture"

Rang de la culture post destruction	Type d'exploitation de la prairie	Âge de la prairie				
		6-18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
1	100% pâture	30	80			
	1 fauche + P	25	70			
	2 fauches + P	20	55			
	100% fauche	10	30			
2	100% pâture	0	0	35	45	45
	1 fauche + P	0	0	30	35	40
	2 fauches + P	0	0	25	30	30
	100% fauche	0	0	0	0	0
3	tout type d'exploitation	0	0	0	0	0

(Mhp)

Dans ce tableau, il n'est donné que l'effet direct du retournement de prairie en tenant compte de son mode d'exploitation selon les références établies par l'INRA, ARVALIS et les chambres d'agriculture de Bretagne. Les arrière effets sont dans le tableau 7.

 4

**5. Contribution des apports organiques des années précédant le semis**

(Mha)

Fréquence des apports organiques	Nature des apports									
	Fumier bov.	Lisier bov.	Fumier vol.	Lisier vol.	Lisier porc	Fumier porc	Compost lisier porc	Compost fumier bovin et "Boues STEP+déchets verts"	Compost fumier volailles	Compost OM et Compost mûr de déchets verts
	à 5,5 kg N/t	à 3 kg N/m3	à 25 kg N/t	à 7 kg N/m3	à 3,5 kg N/m <sup>3</sup>	à 4 kg N/t	à 6 kg N/t	à 6,5 kg N/t	à 20 kg N/t	à 8 kg N/t
tous les ans	30 t	40m3	10 t	15 m3	30 m3	30 t	30 t	20 t	8 t	30t
2 années sur 3	45	35	45	20	20	35	80	65	100	125
tous les 2 ans	35	20	25	10	10	20	40	30	50	60
tous les 3 ans et +	20	15	15	0	0	15	25	20	30	40

Ces valeurs correspondent à des pratiques régulières sur la parcelle.

Pour un fertilisant donné, si la quantité et la teneur appliquées sont différentes de celles proposées en tête de colonne, il suffit de faire une règle de trois

Il faut prendre en compte toutes les déjections apportées : en cas d'apports multiples, effectuer la somme des apports individuels ainsi recalculés

 5

**6. Contribution des résidus du précédent(\*) (pour les prairies, voir 4)**

(Mr ou Mrci)

Précédent	Conditions de récolte	kg N/ha
Betteraves	feuilles enfouies	20
Betteraves	feuilles non enfouies	0
Céréales	pailles exportées	0
Céréales	pailles enfouies	0
Colza, pomme de terre pois haricots		20

Précédent	Conditions de récolte	kg N/ha
Tournesol		0
Légumineuses fourragères ( luzerne, trèfle)		En cours d'étude
CIPAN, jachères		20
Maïs ensilage		0
Maïs grain		-10
Chou-fleur d'hiver		60

(\*)Pas d'addition de plusieurs précédents

 6

**7. Contribution de l'humus du sol et du système de cultures**

(Mhs)

Système de cultures	kg N/ha	
Maïs - Céréales	Rotation maïs ensilage et céréales (cipan)	80
	Rotation maïs grain et céréales (cipan)	90
Prairies pâturées avec 3 pâturages par an	3 années de prairie sur 10	90
	5 années de prairie sur 10	100
	8 années de prairie sur 10	110
Légumes	Système endivier et terres de st Malo	70
	Légumes céréales ou lég. Industries	100
	Légumes frais 100 %	110

En cas de culture dérobée précédant un maïs, voir la grille spécifique **dérobée-maïs** (annexe 7)

 7

**Pour la parcelle analysée**

(B) Total des fournitures du sol (3 + 4 + 5 + 6 + 7)

[Ri+Mhp+Mha+(Mr ou Mrci)+Mhs]

Reprendre la valeur de A (page précédente) puis faire le calcul ci-dessous

Dose à apporter = besoins - fournitures

Dose à apporter = (A) - (B)

kg N /ha

# 6-2 Exemple de calcul de la dose d'azote prévisionnelle pour le MAÏS en Bretagne

Grille validée par le GREN de Bretagne - version mars 2013

## A. Besoins du peuplement végétal

### \* Azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

\* Choix de l'objectif de rendement sorti du champ  
(Cf. modalités de calcul des rendements prévisionnels suivant l'article 2-2° de l'arrêté)

Rendement : **14** t MS ou q /ha

### \* Azote absorbé par unité de production

Ensilage dont le rendement est < ou = 14 IMS	14 kg N/t MS
Ensilage dont le rendement est > 14 IMS	13 kg N/t MS
Grain	2,3 kg N/q
Betteraves	15 kg N/MS
Sorgho fourrager	13 kg N/t MS
Maïs semence	3 kg N/q

coef : **14** kg N/t MS ou q

(1) **196**

(2) **0**

(3) **30**

### \* Azote déjà prélevé par la culture (Nabs)

### \* Azote non valorisable

Quel que soit le type de sol, ne retenir que 30 kg N/ha

Pour la parcelle analysée  
Total des besoins des cultures (1)-(2)+(3) = (A) = **226 kg N / ha**

exemple : rotation Blé cipan Maïs ensilage avec fumier bovin sur maïs et lisier de porc sur blé

## B. Estimation des fournitures d'azote par le sol

### Contribution de la minéralisation d'automne et du début d'hiver

### 3. Reliquat sortie hiver (RSH) (fin février : ouverture du bilan)

Selon que vous disposez :

- d'une mesure de reliquat pour votre parcelle
- si rotation "maïs-maïs" : prendre le résultat issu du réseau de suivi régional RSH
- sinon prendre la valeur suivante (Ce niveau de RSH sera obligatoirement à corriger dans le cahier de fertilisation après publication des RSH de l'année)

	kg N /ha
	kg N /ha
10	kgN/ha

**10**

### Contribution de la minéralisation de fin d'hiver et de printemps

### 4. Contribution des retournements de prairie

Les associations ray-grass - trèfle blanc correspondent au cas "100% pâture"

Rang de la culture post destruction	Type d'exploitation de la prairie	Age de la prairie					
		6-18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans	
1	100% pâture	30	80	Aucun apport d'azote n'est autorisé sur la culture			
	1 fauche + P	25	70				
	2 fauches + P	20	55				
2	100% fauche	10	30	55	70	80	
	100% pâture	0	0	35	45	45	
	1 fauche + P	0	0	30	35	40	
3	2 fauches + P	0	0	25	30	30	
	100% fauche	0	0	0	0	0	
	tout type d'exploitation	0	0	0	0	0	

Dans ce tableau, il n'est donné que l'effet direct du retournement de prairie en tenant compte de son mode d'exploitation selon les références établies par l'INRA, ARVALIS et les chambres d'agriculture de Bretagne. Les arrières effets sont dans le tableau 7.

**0**

### 5. Contribution des apports organiques des années précédant le semis

Fréquence des apports organiques	Nature des apports: 25t de fumier (à 5,5 kg N/t) tous les deux ans sur Maïs et 25 m3 (à 3,5 kg N/m3) tous les deux ans sur blé									
	Fumier bov.	Lisier bov.	Fumier vol.	Lisier vol.	Lisier porc	Fumier porc	Compost lisier porc	Compost fumier bovin et "Boues STEP+déchets verts"	Compost fumier volailles	Compost OM et Compost mûr de déchets verts
	à 5,5 kg N/t	à 3 kg N/m3	à 25 kg N/t	à 7 kg N/m3	à 3,5 kg N/m3	à 4 kg N/t	à 6 kg N/t	à 6,5 kg N/t	à 20 kg N/t	à 8 kg N/t
tous les ans	30 t	40m3	10 t	15 m3	30 m3	30 t	30 t	20 t	8 t	30t
2 années sur 3	70	35	45	20	20	35	80	65	100	125
tous les 2 ans	45	25	30	15	15	25	50	40	65	80
tous les 3 ans et +	35	20	25	10	10	20	40	30	50	60
	20	15	15	0	0	15	25	20	30	40
Azote apporté par le fumier bovin	soit: (35uN/30t)*25t =29,2uN									
Azote apporté par le lisier porc	soit: (10uN/30m3)*25m3 =8,30 uN									
Contributions des apports organiques	soit au total 29,2+ 8,3 = <b>37,5 uN</b>									

**37.5**

### 6. Contribution des résidus du précédent (\*) (pour les prairies, voir 4)

Précédent	Conditions de récolte	kg N/ha
Betteraves	feuilles enfouies	20
Betteraves	feuilles non enfouies	0
Céréales	pailles exportées	0
Céréales	pailles enfouies	0
Colza, pomme de terre pois haricots		20

(\*)Pas d'addition de plusieurs précédents

Précédent	Conditions de récolte	kg N/ha
Tournesol		0
Légumineuses fourragères ( luzerne, trèfle)		En cours d'étude
CIPAN, jachères		20
Maïs ensilage		0
Maïs grain		-10
Chou-fleur d'hiver		60

**20**

### 7. Contribution de l'humus du sol et du système de cultures

Système de cultures	kg N/ha	
Maïs - Céréales	Rotation maïs ensilage et céréales (cipan)	80
	Rotation maïs grain et céréales (cipan)	90
Prairies pâturées avec 3 pâturages par an	3 années de prairie sur 10	90
	5 années de prairie sur 10	100
	8 années de prairie sur 10	110
Légumes	Système endivier et terres de st Malo	70
	Légumes céréales ou lég. Industrielles	100
	Légumes frais 100 %	115

En cas de culture dérobée précédant un maïs, voir la grille spécifique dérobée-maïs (annexe 7)

**80**

Pour la parcelle analysée  
**147.5** (B) Total des fournitures du sol (3 + 4 + 5 + 6 + 7)

Reprendre la valeur de A (page précédente) puis faire le calcul ci-dessous  
Dose à apporter = besoins - fournitures  
**Dose à apporter = (A) - (B) = 78,5 kg N /ha**

# 7-1 Grille de calcul de la dose d'azote prévisionnelle pour la rotation dérobée - maïs en Bretagne

Grille validée par le GREN de Bretagne - version mars 2013

NB : Dans le PPF, le calcul doit être fait sur deux périodes : du semis au 1er février et du 1er février à la récolte. Cette grille est élaborée pour le complément à apporter en 2ème partie.

## 1<sup>ère</sup> période de culture : dérobée

Au semis en juillet, il peut être mis jusqu'à un maximum de 60 kg N/ha équivalent engrais minéral si une récolte de fin d'année est prévue.

Au semis en août, peut être mis jusqu'à un maximum de 40 kg N/ha équivalent engrais minéral si une récolte de fin d'année est prévue.

En septembre, aucun apport n'est autorisé, sauf effluent peu chargé (issu d'un traitement d'effluent brut avec une teneur < 0.5 uN/m3) dans la limite de 20 uN efficace/ha.

## 2<sup>ème</sup> période de culture : maïs

Le deuxième cycle s'ouvre au 1er février en estimant l'azote déjà mobilisé par la culture à cette date.

### A. BESOINS DU PEUPEMENT VEGETAL

#### Dérobée

##### \*Azote absorbé par la culture à sa récolte

\* Objectif de rendement produit au champ :

\* Azote absorbé par unité de production :

##### \* Azote déjà prélevé par la dérobée à l'ouverture du bilan

- couvert faible: prendre 15 kg N / ha
- couvert moyen : prendre 45 kg N / ha
- couvert fort : prendre 65 kg N / ha
- par défaut : 50 kg

#### Maïs

##### \* Azote absorbé par la culture à sa récolte

\* Objectif de rendement produit au champ :  
(Cf. modalités de calcul des rendements prévisionnels suivant l'article 2-2° de l'arrêté)

Rendement :

##### \* Azote absorbé par unité de production

Ensilage dont le rendement est < ou = 14 IMS	14 kg N/t MS
Ensilage dont le rendement est > 14 IMS	13 kg N/t MS
Grain	2,3 kg N/q

##### \*Azote déjà prélevé par la culture (Nabs)

##### \*Azote non valorisable

#### (Pf) dérobée

t ms/ha

x

25 kg N/t

=

#### (Pi) dérobée

-

=

Besoins Dérobée (1)

#### (Pf) maïs

t MS ou q /ha

x

Coef. :

kg N/T MS ou q

=

#### (Pi) maïs

-

0

=

Besoins Maïs (2)

#### (Rf)

(3)  30 kg N/ha

=

Pour la parcelle analysée

Total des besoins des cultures (1 + 2 + 3) =  (A)  kg N /ha

(Pf-Pi+Rf)

Développement végétatif de la culture en place (voir visuel ci-joint)	Matière Sèche sur pied (T/ha)	Sommes de températures correspondantes	Azote absorbé parties aériennes (kg N / ha)
	0,5	460	15
	1,5	720	45
	2,5	915	65

**B. ESTIMATION DES FOURNITURES D'AZOTE PAR LE SOL****Contribution de la minéralisation d'automne et du début d'hiver****4. Reliquat sortie hiver (RSH) (fin février : ouverture du bilan)****(Ri)**

10

(4) Le sol étant couvert, le RSH est estimé à 10 uN/ha

**Contribution de la minéralisation de fin d'hiver et de printemps****5. Contribution des retournements de prairie****(Mhp)**

Les associations ray-grass - trèfle blanc correspondent au cas " 100% pâture"

Rang de la culture post destruction	Type d'exploitation de la prairie	Age de la prairie				
		6 - 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
2	100% pâture	0	0	35	45	45
	1 fauche + P	0	0	30	35	40
	2 fauches + P	0	0	25	30	30
	100% fauche	0	0	0	0	0
3	tout type d'exploitation	0	0	0	0	0

Dans ce tableau, il n'est donné que l'effet direct en 2ème année du retournement de prairie en tenant compte de son mode d'exploitation selon les références établies par l'INRA, ARVALIS et les chambres d'agriculture de Bretagne. Les arrières effets figurent dans le tableau 8.

**6. Contribution des apports organiques des années précédant le semis****(Mha)**

Fréquence des apports organiques	Nature des apports									
	Fumier bov.	Lisier bov.	Fumier vol.	Lisier vol.	Lisier porc	Fumier porc	Compost lisier porc	Compost fumier bovin et "Boues STEP+déchets verts"	Compost fumier volailles	Compost OM et Compost mûr de déchets verts
	à 5,5 kg N/t	à 3 kg N/m <sup>3</sup>	à 25 kg N/t	à 7 kg N/m <sup>3</sup>	à 3,5 kg N/m <sup>3</sup>	à 4 kg N/t	à 6 kg N/t	à 6,5 kg N/t	à 20 kg N/t	à 8 kg N/t
tous les ans	70	35	45	20	20	35	80	65	100	125
2 années sur 3	45	25	30	15	15	25	50	40	65	80
tous les 2 ans	35	20	25	10	10	20	40	30	50	60
tous les 3 ans et +	20	15	15	0	0	15	25	20	30	40

Ces valeurs correspondent à des pratiques régulières sur la parcelle.

Pour un fertilisant donné, si la quantité et la teneur appliquées sont différentes de celles proposées en tête de colonne, il suffit de faire une règle de trois

Il faut prendre en compte toutes les déjections apportées : en cas d'apports multiples, effectuer la somme des apports individuels ainsi recalculés

**7. Contribution des résidus du précédent(\*) (pour les prairies, voir 5)****(Mr ou Mrci)**

0

(7) La dérobée constituant le précédent du maïs et étant récoltée, celle-ci ne contribue pas à la fourniture d'azote pour la culture de maïs.

(\*) Pas d'addition de plusieurs précédents

**8. Contribution de l'humus du sol et du système de cultures****(Mhs)**

Système de cultures	kg N/ha	
Maïs - Céréales	Rotation maïs ensilage et céréales (CIPAN)	80
	Rotation maïs grain et céréales (CIPAN)	90
Prairies pâturées avec 3 pâturages par an	3 années de prairie sur 10	90
	5 années de prairie sur 10	100
	8 années de prairie sur 10	110
Légumes	Système endivier ou terre de Saint Malo	70
	Légumes céréales ou lég. Industries	100
	Légumes frais 100 %	110

**Pour la parcelle analysée****(B) Total des fournitures du sol (4 + 5 + 6 + 7 + 8)****[Ri+Mhp+Mha+(Mr ou Mrci)+Mhs]**

Reprendre la valeur de A (page précédente) puis faire le calcul ci-dessous

Dose à apporter = besoins - fournitures

**Dose à apporter = (A) - (B)**

kg N / ha

ANNEXE 7

7-2 Exemple de calcul de la dose d'azote prévisionnelle pour la rotation dérobée - maïs en Bretagne

Grille validée par le GREN de Bretagne - version mars 2013

NB : Dans le PPF, le calcul doit être fait sur deux périodes : du semis au 1er février et du 1er février à la récolte. Cette grille est élaborée pour le complément à apporter en 2ème partie.

1ère période de culture : dérobée

Au semis en juillet, il peut être mis jusqu'à un maximum de 60 kg N/ha équivalent engrais minéral si une récolte de fin d'année est prévue.  
 Au semis en août, peut être mis jusqu'à un maximum de 40 kg N/ha équivalent engrais minéral si une récolte de fin d'année est prévue.  
 En septembre, aucun apport n'est autorisé, sauf effluent peu chargé (issu d'un traitement d'effluent brut avec une teneur < 0.5 uN/m3) dans la limite de 20 uN efficace/ha.

2ème période de culture : maïs

Le deuxième cycle s'ouvre au 1er février en estimant l'azote déjà mobilisé par la culture à cette date.

A. BESOINS DU PEUPELEMENT VEGETAL

Dérobée

\* Azote absorbé par la culture à sa récolte

\* Objectif de rendement produit au champ :

\* Azote absorbé par unité de production :

\*Azote déjà prélevé par la dérobée à l'ouverture du bilan

couvert faible: prendre 15 kg N / ha  
 couvert moyen : prendre 45 kg N / ha  
 couvert fort : prendre 65 kg N / ha  
 par défaut : 50 kg

Maïs

\*Azote absorbé par la culture à sa récolte

\* Choix de l'objectif de rendement produit au champ  
 Cf. modalités de calcul des rendements prévisionnels suivant l'article 2-2\* de l'arrêté

Rendement :

\* Azote absorbé par unité de production

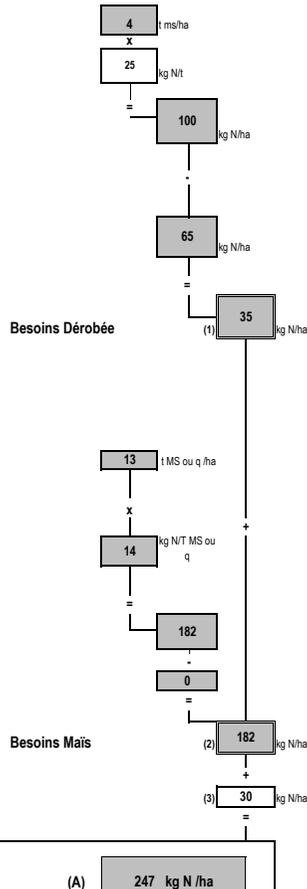
Ensilage dont le rendement est < ou = 14 tMS	14 kg N/t MS
Ensilage dont le rendement est > 14 tMS	13 kg N/t MS
Grain	2,3 kg N/q

Coef. :

\*Azote déjà prélevé par la culture (Nabs)

\* Azote non valorisable

	Développement est végétatif de la culture en place (vert/rose/jeune)	Matière sèche sur pied (T.ha)	Somme de températures correspondantes	Azote absorbé parties aériennes (kg N / ha)
	Couvert faible	0.5	460	15
	Couvert Moyen	1.5	720	45
	Couvert fort	2.5	915	65



Pour la parcelle analysée  
 Total des besoins des cultures (1 + 2 + 3) = (A) 247 kg N /ha

exemple : rotation Blé dérobée Maïs ensilage avec fumier bovin sur maïs et lisier de porc sur blé

B. ESTIMATION DES FOURNITURES D'AZOTE PAR LE SOL

Contribution de la minéralisation d'automne et du début d'hiver

4. Reliquat sortie hiver (RSH) (fin février : ouverture du bilan)

Le sol étant couvert, le RSH est estimé à 10 uN/ha

Contribution de la minéralisation de fin d'hiver et de printemps

5. Contribution des retournements de prairie

Les associations ray-grass - trèfle blanc, correspondent au cas " 100% pâture"

Rang de la culture post destruction	Type d'exploitation de la prairie	Age de la prairie				
		6 - 16 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
2	100% pâture	0	0	35	45	45
	1 fauche + P	0	0	30	35	40
	2 fauchés + P	0	0	25	30	30
	100% fauche	0	0	0	0	0
3	tout type d'exploitation	0	0	0	0	0

Dans ce tableau, il n'est donné que l'effet direct en 2ème année du retournement de prairie en tenant compte de son mode d'exploitation selon les références établies par l'INRA, ARVALIS et les chambres d'agriculture de Bretagne. Les autres effets figurent dans le tableau 6.

6. Contribution des apports organiques des années précédant le semis

Fréquence des apports organiques	Nature des apports: 25t de fumier (à 5.5 kg N/t) tous les deux ans sur Maïs et 25 m3 (à 3.5 kg N/m3) tous les deux ans sur blé									
	Fumier bov. à 5.5 kg N/t	Lisier bov. à 3 kg N/m3	Fumier vol. à 25 kg N/t	Lisier vol. à 7 kg N/m3	Lisier porc à 3.5 kg N/m3	Fumier porc à 4 kg N/t	Compost lisier porc à 6 kg N/t	Compost fumier bovin et "Bouses STEP-déchets vert"	Compost fumier vachelle à 20 kg N/t	Compost OM et Compost mûr de déchets verts à 8 kg N/t
tous les ans	301	40m3	101	15 m3	30 m3	301	301	201	81	301
2 années sur 3	70	35	45	20	20	35	80	65	100	125
tous les 2 ans	45	25	30	15	15	25	50	40	65	85
tous les 3 ans et +	35	20	25	10	10	20	40	30	50	60
	20	15	15	0	0	15	25	20	30	40
Azote apporté par le fumier bovin soit: (35uN/30)*25t = 29,2uN										
Azote apporté par le lisier porc soit: (10uN/30m3)*25m3 = 8,30 uN										
Contributions des apports organiques soit au total 29,2 + 8,3 = 37,5 uN										

La dérobée constituant le précédent du maïs et étant récoltée, celle-ci ne contribue pas à la fourniture d'azote pour la culture de maïs.

(\*Pas d'addition de plusieurs précédents

8. Contribution de l'humus du sol et du système de cultures

Système de cultures	kg N/ha
Maïs - Céréales	Rotation maïs ensilage et céréales (CIPAN) 80
	Rotation maïs grain et céréales (CIPAN) 90
Prairies pâturées avec 3 pâturages par an	3 années de prairie sur 10 90
	5 années de prairie sur 10 100
	8 années de prairie sur 10 110
Légumes	Système endivier ou terre de Saint Melo 70
	Légumes céréales ou lég. Industries 100
	Légumes frais 100 % 110

Pour la parcelle analysée

(B) Total des fournitures du sol (4 + 5 + 6 + 7 + 8) 127.5

Prendre la valeur de A (page précédente) puis faire le calcul ci-dessous

Dose à apporter = besoins - fournitures

Dose à apporter = (A) - (B)

120 kg N /ha

## ANNEXE 8 -1

# FERTILISATION AZOTEE DES PRAIRIES : METHODOLOGIE

On s'intéresse ici au cas des prairies de graminées pures et des associations graminées-légumineuses. En effet, la pratique de la fertilisation étant un acte d'apport maîtrisé de fertilisants, la fixation symbiotique par les légumineuses, dans son principe, n'en fait pas partie. Le cas des prairies d'association " graminées-légumineuses " fait donc l'objet d'un chapitre particulier.

## 1 – Ce que doit être le conseil de fumure

La fertilisation annuelle doit donner lieu à une prévision, adaptée à l'utilisation prévue de la prairie, et elle doit s'ajuster en permanence aux besoins du troupeau en fourrage et à la pousse de l'herbe.

Elle ne doit pas être la préconisation d'une dose annuelle standard, divisée de façon systématique en autant d'apports qu'il y a de cycles prévus.

## 2 – Une étape-clé : l'évaluation du rendement prévisionnel de la prairie

### 2.1 Rappels

Un objectif de production d'une prairie ne se raisonne pas uniquement en fonction du potentiel parcellaire comme pour les cultures annuelles. La prairie est intégrée dans un système fourrager **où prime d'abord la satisfaction des besoins alimentaires des troupeaux en quantité et en qualité tout au long de l'année et non la production maximale de fourrages**. Les objectifs assignés aux prairies peuvent varier d'une exploitation à l'autre en fonction de la stratégie retenue par l'éleveur.

Les quantités de fourrages produits sur l'exploitation et donc les rendements retenus pour le calcul du Plan Prévisionnel de Fumure (maïs, herbe) ne sont pas connus directement et doivent donc être cohérents avec les besoins du troupeau bovin. Le rendement moyen de l'herbe en tonnes de matière sèche par hectare (t MS/ha) étant calculé par différence entre ces besoins et la production des autres fourrages stockés, il est nécessaire de vérifier cette cohérence avant de le déterminer.

### 2.2. Besoin fourrager

Afin de simplifier l'approche des besoins fourragers et de mettre en cohérence les rendements fourragers réellement produits par hectare de surface fourragère, le calcul des besoins fourragers s'établit sur la base **de 6,2 tonnes de matière sèche par UGB fourrager**. Cette valeur tient compte des taux de pertes des fourrages récoltés. Le rendement obtenu est global sur l'exploitation et il s'agira ensuite d'estimer le rendement par parcelle.

Le bilan fourrager s'obtient par différence entre la production fourragère de l'exploitation (fourrage produit, + acheté, – vendu, +ou – variation de stock) et les besoins fourragers (animaux consommant ces fourrages). Une approche cohérente des besoins et du potentiel de rendement doit conduire à un bilan équilibré à plus ou moins 5 %, en raisonnant **à partir des rendements fourragers produits et non pas des rendements valorisés**. Cette méthode permet ainsi de déterminer plus facilement le rendement moyen produit par hectare de surface fourragère.

Tableau de correspondance des UGB fourrager par catégorie d'animaux

Catégorie		UGB fourrager	Catégorie	UGB fourrager
<b>Femelles</b>			<b>Vaches de réforme</b>	<b>0,6</b>
<b>Bovins de 0 à 1 an</b>		<b>0,3</b>	<b>Vaches allaitantes</b>	<b>0,85</b>
<b>Bovins de 1 à 2 ans</b>		<b>0,6</b>	<b>Mâles</b>	
<b>Bovins de + de 2 ans</b>		<b>0,7</b>	<b>Bovins de 0 à 1 an</b>	<b>0,3</b>
<b>Vaches laitières</b>			<b>Bovins de 1 à 2 ans</b>	<b>0,6</b>
Niveau de production *	< à 6000 kg	<b>0,95</b>	<b>Bovins de + de 2 ans</b>	<b>0,8</b>
	6000 - 8000 kg	<b>1,05</b>		
	> 8000 kg	<b>1,15</b>		

\* équivalent à la référence retenue pour les Normes en azote CORPEN des vaches laitières

### 2.3. Production fourragère et rendement moyen des prairies

La détermination du niveau de rendement des prairies se fera par déduction, après détermination des rendements des fourrages hors prairie et sur la base des besoins fourragers.

**Exemple :** pour 80 UGB fourrager (50 VL plus la suite), le besoin fourrager total sera de :  
 $80 \times 6.2 = 496$  tonnes de matières sèches à produire.

Avec 22 ha de maïs ensilage ayant un rendement moyen de 14 Tonnes de MS produites, et 20 ha d'herbe, 5 ha de dérobée (RGI) le rendement en herbe sera de :

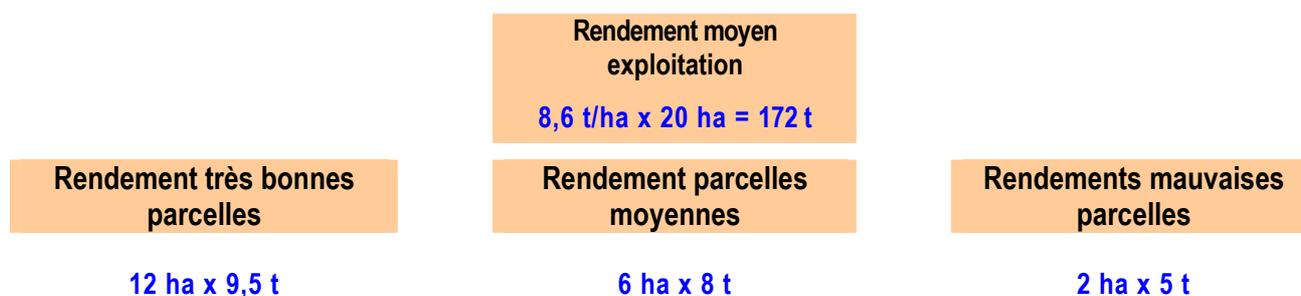
- $496 = (22 \text{ ha de maïs} \times 14 \text{ tonnes}) + (5 \text{ ha de dérobée} \times 3 \text{ tonnes}) + (20 \text{ ha d'herbe} \times \text{« rdt prairie »})$
- $\text{rendement des prairies} = (496 - (308 + 15)) / 20 = 8,6 \text{ tonnes de MS produites / ha d'herbe}$

Ce rendement moyen des prairies doit par ailleurs correspondre en moyenne aux valeurs retenues pour l'élaboration du plan prévisionnel de fumure des prairies.

En fonction de la situation de l'exploitation agricole, ce calcul pourra être affiné pour les surfaces en prairie accessibles aux vaches laitières.

### 2.4. Estimation du rendement par parcelle

A partir de l'estimation de ce rendement moyen de l'ensemble des parcelles de prairies, il convient ensuite de le moduler selon la productivité ou la valorisation attendue de chacune d'entre elles.



### 3 – Préconisations concernant le champ d'application de la grille Prairies

Le champ d'application de la grille prairie correspond à des situations de bonne gestion des prairies sans chargement au pâturage excessif. Pour déterminer la cohérence du mode de gestion du pâturage de l'exploitation, Le GREN Bretagne préconise de calculer un indicateur JPP exprimé en jours de présence au pâturage :

**Indicateur JPP = (Nombre de journée équivalente à 24 heures) x nombre d'UGB / ha / année.**

Le résultat obtenu pour l'exploitation est à comparer au seuil critique qui sert d'indicateur pédagogique de bonne gestion des prairies.

Cet indicateur est bâti sur la base de la consommation en MS par UGB et par jour et fonction du niveau de production de la prairie.

**Seuil critique** en UGB JPP = **Rendement moyen annuel des prairies** en kg MS / 12 Kg de MS/ UGB.

**Un nombre d'UGB JPP supérieur à cette valeur traduit une pratique de surfertilisation** avec des apports azotés supérieurs aux capacités d'absorption des prairies. Ceci se traduit par des niveaux de perte d'azote sous prairies corrélés au niveau de surpâturage jusqu'au cas extrême des "parcelles parking".

**Au delà de ce seuil critique, l'exploitant doit s'interroger sur la gestion globale de ses prairies**, car la grille prairie est dans ce cas difficilement applicable et les rejets directs sont largement supérieurs au besoin calculé des prairies.

Cet indicateur pédagogique n'a vocation qu'à fournir une information utile à l'exploitant pour la gestion de ses prairies pâturées. Cette information ne fait pas partie de celles qui devront être obligatoirement fournies à l'occasion d'un contrôle.

### 4 – Prévision de la dose azotée annuelle

#### 4.1 Méthode générale

Comme pour les cultures annuelles, la dose d'apport se raisonne sur la base d'une méthode de bilan. Mais pour les prairies, l'utilisation de l'équation du bilan de masse est malaisée : la prairie étant une culture pérenne, avec sous nos climats une croissance plus ou moins continue (bien que très variable dans le temps), il est pratiquement impossible de fixer un état d'entrée de bilan et un état de sortie de bilan. De ce fait, il n'est pas possible d'utiliser le même outil que pour les cultures annuelles. C'est la raison pour laquelle l'équation retenue est celle de **l'efficacité de l'azote**, qui fait intervenir le **coefficient apparent d'utilisation (CAU)** ; les références acquises l'ont d'ailleurs toutes été sur cette logique (comparaison avec un témoin zéro).

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

**Dose d'apport prévisionnel = (besoins - fournitures du sol) / 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, 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 :

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

### 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.**

### 4.2. Estimation des exportations d'azote de la parcelle

**Exportations d'azote = rendement en tonnes de MS x teneur en azote de l'herbe.**

La teneur en azote de l'herbe varie selon son mode d'exploitation.

Les coefficients d'exportation de référence sont les suivants :

	kg N/ t de M.S.
Pâturage à rotation rapide	30
Pâturage à rotation lente et prairie mixte fauche et pâturage	25
Foin précoce et foin de repousse	20
Foin tardif de 1er cycle	15

En pratique, le coefficient retenu tiendra compte du **mode d'exploitation dominant de la prairie.**

### 4.3. Estimation de l'offre du sol

L'estimation de l'offre du sol est équivalente aux fournitures d'azote par le sol. Toujours approchée par la méthode des CAU, cette offre du sol intègre les postes classiques de minéralisation (humus basal, minéralisation des parties mortes des plantes, etc.).

### 4.4. Prise en compte des rejets directs par les animaux

Les apports de déjections animales des années antérieures peuvent être le fait de fertilisation par des lisiers, fumiers, composts. Ils sont aussi dus aux rejets directs par les animaux. Cet aspect important de «l'entretien azoté» est pris en compte dans le tableau des Fournitures d'azote par le sol (entretien azoté antérieur fort, moyen, faible)

### 4.5. 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. Dans le cas du trèfle blanc, cette quantité est multipliée par un facteur 1,3 pour tenir compte de la biomasse totale du trèfle blanc.

**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 :**  
 **$9 \times 0,4 \times 31 \times 1,3 = 145 \text{kg N.}$**

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

En pratique, plusieurs cas sont à considérer :

- si la prairie est en **1ère année de production**, il est **déconseillé de faire des apports d'azote** pour permettre l'installation du trèfle.
- s'il s'agit d'une prairie d'association en **2ème année de production ou plus**, il faut tenir compte de l'abondance du trèfle :
  - **si le trèfle est abondant** (> 20% au printemps et 35% en été), on peut considérer que la prairie n'a pas besoin de fertilisation azotée, l'azote fourni par le trèfle étant suffisant pour assurer la production. En cas d'apport (sous forme de déjections), le limiter dans tous les cas à 50 N /ha.
  - **si le trèfle est peu abondant** (10% au printemps et < 30% en été), on raisonnera de la même façon que pour les graminées pures

## 5 – Pour une fumure efficace sans risque de pollution des eaux

Une fertilisation azotée inadaptée et/ou trop élevée entraîne une importante baisse de l'efficacité de celle-ci sur la croissance du végétal.

**Seuls des rendements élevés réellement obtenus peuvent justifier un dépassement de 200 kg d'azote équivalent engrais /ha, avec une limite absolue à 250 kgN équivalent engrais /ha.** De telles valeurs ne sont permises que pour des productions d'herbe de 10 t MS/ha ou plus. Une approche réaliste de l'objectif de rendement avec très peu d'apport de fertilisant en été/automne conduit à des valeurs annuelles comprises entre 100 et 200 kgN/ha.

Les apports d'été et d'automne sont globalement peu efficaces et peuvent très souvent conduire à des risques de fuite d'azote importants.

## 6 – Calcul de la dose d'azote à apporter

La grille «calcul de la dose d'apport» jointe, permet d'approcher tous les éléments du calcul, jusqu'à la quantité d'azote nécessaire aux plantes soit :

$$(\text{total des exportations}) - (\text{total des sources d'azote hors engrais})$$

### 6.1. Rappel du calcul de la dose de fertilisant à apporter :

On calcule la dose d'azote à apporter en divisant par le CAU la valeur « quantité d'azote nécessaire aux plantes » selon la formule suivante :

$$\text{dose d'azote à apporter} = [(\text{total des exportations}) - (\text{total des sources d'azote hors engrais})] / 0,7$$

Le calcul de la dose d'azote à apporter se fait en appliquant les étapes suivantes :

Rendement produit moyen / ha (exploitation) =		t MS/ Ha
Rendement sur la parcelle		t MS/ Ha
Azote exporté/t MS (tableau 1) =		kg N
Besoins (Rendement Parcelles x N exporté/ t MS) =	kg N /ha	(1)
Fournitures du sol (tableaux 2 et 3) =	kg N /ha	(2)
Dose d'apport = ((1) – (2)) / CAU * =		kg N /ha

\*Où CAU = 0,7

### 6.2. Estimation de l'azote exporté :

Le coefficient d'exportation (en kg N/t MS) est fonction du mode d'exploitation « dominant » : cf. tableau 1 ci-dessous :

TABLEAU 1	
Mode d'exploitation dominant	Coef. d'exportation
Pâturage à rotation rapide	30
Pâturage lent et prairie mixte pâturage et ensilage	25
Foin précoce et foin de repousse	20
Foin tardif de 1 <sup>er</sup> cycle	15

### 6.3. Estimation des fournitures du sol

Il diffère selon le mode de gestion dominant (pâturage ou fauche) et selon la présence ou non de légumineuses.

#### 6.3.1 Cas des prairies sans légumineuses

Les fournitures d'azote par le sol, dans le cas de prairies sans légumineuses, sont fonction de l'entretien azoté antérieur et du rendement en herbe. Cf. tableau 2 ci-dessous :

TABLEAU 2								
ESTIMATION DES FOURNITURES D'AZOTE PAR LE SOL en Kg / ha								
Dans le cas de prairies sans légumineuses								
Entretien azoté antérieur par des apports directs ou mécaniques (a)	Objectif de rendement en t de MS / ha							
	5	6	7	8	9	10	11	12
Fort	85	100	115	130	145	160	175	190
Moyen	70	80	90	100	110	120	130	140
Faible	65	70	75	80	85	90	95	100

Ce tableau intègre tous les arrière-effets des restitutions au pâturage et ceux des apports de déjections sur la rotation. Le cas « entretien azotée antérieur faible » correspond aux prairies de fauche

**(a) : Entretien azoté antérieur (tableau 2)**

- **Un entretien azoté antérieur fort correspond soit à :**
  - une **note > à 9** (cf tableau 3: contributions des apports organiques des années précédentes)
- ou
- Prairie majoritairement pâturée les années précédentes
- **Un entretien azoté antérieur moyen correspond à :**
  - une note comprise entre 4 et 9 (cf tableau 3 : contributions des apports organiques des années précédentes)
- ou
- Prairies ayant été en partie fauchées (1 fauche de foin ou ensilage) les années précédentes et pâturées le reste de l'année
- **Un entretien azoté antérieur faible correspond à :**
  - une **note < 4** (cf tableau 3 : contributions des apports organiques des années précédentes)
- ou
- Prairie principalement fauchée. La fauche représente au moins les 2/3 du rendement

*Remarque : pour la première année d'implantation de la prairie, prendre en compte uniquement la note issue du tableau 3.*

TABLEAU 3												
Contribution des apports organiques des années précédentes												
Nature des apports. En cas d'apports multiples, effectuer la somme des apports individuels												
Type d'effluent	Fumier bov.		Lisier bov.		Fumier vol.		Lisier vol.		Lisier porc		Fumier porc	
Tonnage ou M3	30 T		40m3		10 T		15 m3		30 m3		30 T	
Valeur unitaire en N	à 5,5 Kg N/T		à 3Kg N/m3		à 25 Kg N/T		À 7 Kg N/m3		à 5 Kg N/m3		à4 Kg N/T	
Fréquence des apports	N total / an	note										
tous les ans**	165	14	120	7	250	9	105	4	150	6	120	7
2 années sur 3	110	9	80	5	167	6	70	3	100	4	80	5
tous les 2 ans	83	7	60	4	125	5	53	2	75	3	60	4
tous les 3 ans et +	50	4	36	3	75	3	32	0	45	2	36	3

TABLEAU 3 ( suite)								
Contribution des apports organiques des années précédentes								
Nature des apports. En cas d'apports multiples, effectuer la somme des apports individuels								
Type d'effluent	Compost lisier porc		Compost fumier bovin		Compost fumier volailles		Compost mûr de déchets verts	
Tonnage ou M3	30 t		25 t		8 t		30t	
Valeur unitaire en N	à 6 kg N/t		à 6,5 kg N/t		à 20 kg N/t		à 8 kg N/t	
Fréquence des apports	N total / an	note	N total / an	note	N total / an	note	N total / an	note
tous les ans**	180	16	163	16	160	20	240	25
2 années sur 3	120	10	108	10	107	13	160	16
tous les 2 ans	90	8	81	8	80	10	120	12
tous les 3 ans et +	54	5	49	5	48	6	72	8

La note obtenue est utilisée pour déterminer la nature de l'entretien azotée antérieur de la prairie

### **6.3.2 Cas des apports par fixation symbiotique des légumineuses**

En cas de présence de légumineuses en mélange, le tableau 4 détermine la quantité d'azote fournie, qui augmente en fonction du taux de légumineuse (cf. tableau 5)  
Les valeurs du tableau 4 sont à ajouter à celles du tableau 2 ou 3.

TABLEAU 4			
Taux de légumineuse pondéré annuel (%)			
production de la prairie (t MS/ha)	moins de 10 %	10 à 30 %	plus de 30 %
5	0	40 - 30	Apport total limité à un maximum de 50 KgN équivalent engrais /ha en début de saison
6	0	50 - 40	
7	0	55 - 45	
8	0	65 - 50	
9	0	70 - 55	
10	0	80 - 60	
11	0	87 - 67	
12	0	95 - 75	

Les chiffres en noir correspondent au trèfle blanc.

Les chiffres en **italique rouge** correspondent aux autres légumineuses prairiales.

### **6.3.3 Estimation du taux de trèfle par observation visuelle**

TABLEAU 5		
Estimation du taux de trèfle par observation visuelle		
niveau	Éléments d'observation	% trèfle blanc en mai-juin
faible	la graminée domine largement le trèfle blanc	moins de 10 %
moyen	la graminée est dominante mais on voit bien le trèfle blanc	10 - 30 %
élevé	on voit presque du trèfle partout	plus de 30 %

# ANNEXE 8 -2 : Grille de calcul de la dose d'azote prévisionnelle pour les prairies en Bretagne

Version mars 2013

**(Nexp)** 1. BESOINS EN AZOTE DE LA PRAIRIE (Rdt X Azote exporté)

Rendement	
Azote exporté (tableau 1)	

2. FOURNITURES D'AZOTE DU SOL ( a + b)

**(Mhs+ Nrest)** a- fournitures par le sol

(liées à l'entretien azoté des parcelles sur la rotation cf : tableau 2)

Mode d'exploitation au printemps	Azote exporté (kg N/ha MS)
Pâturage à rotation rapide	30
Pâturage à rotation lente et prairie mixte fauche et pâturage	25
Foin précoce et foin de repousse	20
Foin tardif de 1er cycle	15

Entretien azoté antérieur par des apports directs ou mécaniques (a)	Objectif de rendement en t MS / ha							
	5	6	7	8	9	10	11	12
Fort	85	100	115	130	145	160	175	190
Moyen	70	80	90	100	110	120	130	140
Faible	65	70	75	80	85	90	95	100

**(a) : Entretien azoté antérieur (tableau 2)**

- Ø Un entretien azoté antérieur fort correspond soit à :
  - une note > à 9 (cf tableau 3; contributions des apports organiques des années précédentes)
  - Prairie majoritairement pâturée les années précédentes
- Ø Un entretien azoté antérieur moyen correspond à :
  - une note comprise entre 4 et 9 (cf tableau 3; contributions des apports organiques des années précédentes)
  - Prairies ayant été en partie fauchées (1 fauche de foin ou ensilage) les années précédentes et pâturées le reste de l'année
- Ø Un entretien azoté antérieur faible correspond à :
  - une note < 4 (cf tableau 3; contributions des apports organiques des années précédentes)
  - Prairie principalement fauchée. La fauche représente au moins les 2/3 du rendement

Remarque : pour la première année d'implantation de la prairie prendre en compte uniquement la note issue du tableau 3

Type d'effluent		Fumier bov.	Lisier bov.	Fumier vol.	Lisier vol.	Lisier porc	Fumier porc	Compost lisier	Compost fumier	Compost mûr de										
Tonnage ou M3		30 T	40m3	10 T	15 m3	30 m3	30 T	30 t	25 t	8 t										
Valeur unitaire en N		à 5,5 Kg N /T	à 3Kg N /m3	à 25 Kg N /T	À 7 Kg N /m3	à 5 Kg N /m3	à 4 Kg N /T	à 6 kg N/t	à 6,5 kg N/t	à 20 kg N/t										
Fréquence des apports	N total / an	note	N total / an	note	N total / an	note	N total / an	note	N total / an	note	N total / an	note	N total / an	note	N total / an	note				
	tous les ans**	165	14	120	7	250	9	105	4	150	6	120	7	180	16	163	16	160	20	240
2 années sur 3	110	9	80	5	167	6	70	3	100	4	80	5	120	10	108	10	107	13	160	16
tous les 2 ans	83	7	60	4	125	5	53	2	75	3	60	4	90	8	81	8	80	10	120	12
tous les 3 ans et +	50	4	36	3	75	3	32	0	45	2	36	3	54	5	49	5	48	6	72	8

**(Fs)** b - contribution des légumineuses de la prairie en place

(en cas d'association graminées-légumineuses cf : tableau 4)

production de la prairie (t MS/ha)	moins de 10 %	10 à 30 %	plus de 30 %
5	0	40 - 30	Apport total limité à un maximum de 50 uN efficace/ha en début de saison
6	0	50 - 40	
7	0	55 - 45	
8	0	65 - 50	
9	0	70 - 55	
10	0	80 - 60	
11	0	87 - 67	
10	0	80 - 60	
12	0	95 - 75	

niveau	Eléments d'observation	% trèfle blanc en mai-juin
faible	la graminée domine largement le trèfle blanc	moins de 10 %
moyen	la graminée est dominante mais on voit bien le trèfle blanc	10 - 30 %
élevé	on voit presque du trèfle partout	plus de 30 %

$X = (Nexp) - [((Mhs + Nrest) + (Fs))]$

DOSE D'APPORT PREVISIONNEL [ Besoins (1) - Fournitures (2) ] / 0.70<sup>(1)</sup> kg ou unités/ha

<sup>(1)</sup> CAU : coefficient apparent d'utilisation.

Les chiffres en noir correspondent au trèfle blanc.

Les chiffres en **italique rouge** correspondent aux autres légumineuses prairiales.

# FERTILISATION AZOTEE

## LES LEGUMES FRAIS DE PLEIN CHAMP EN BRETAGNE

*Grilles validées par le GREN – version mars 2013.*

*Source : Chambres d'agriculture de Bretagne – 2008. Extrait du guide pratique auquel le lecteur pourra se reporter pour la réalisation de son plan prévisionnel de fumure.*



### Sommaire

Fiches cultures  
Le PPF pratique



*Source : Chambres d'agriculture de Bretagne – 2008. Extrait du guide pratique auquel le lecteur pourra se reporter pour la réalisation de son plan prévisionnel de fumure.*

## **- Fiches cultures**

- Artichaut p. 4 - 5
- Brocoli p. 6
- Carotte p. 7
- Céliéri rave p. 8
- Salades p. 9
- Chou-fleur p. 10 et 11
- Chou pomme p. 12
- Haricot coco p. 13
- Echalote et oignon rosé p. 14
- Endive p. 15
- Poireau p. 16
- Pommes de terre primeur et de consommation p. 17

## **- Tableaux récapitulatifs des valeurs indicatives de fertilisation azotée à apporter**

**Les fiches cultures suivantes indiquent l'azote à apporter en fonction du précédent dont une classification est proposée ci-dessous :**

### **Classification des cultures en fonction de leur effet précédent azoté**

Précédents pauvres	Précédents moyennement riches	Précédents riches
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Céréales</li> <li>• Couvert végétal (CIPAN) après céréales</li> <li>• Ray-grass annuel fauché</li> <li>• Sol nu l'hiver</li> <li>• Oignon - poireau</li> <li>• Échalote (sans plastique)</li> <li>• Endive et céleri</li> <li>• Salade</li> <li>• Pomme de terre (récoltée en septembre)</li> <li>• Chou pommé (fort taux de récolte)</li> <li>• Drageon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pomme de terre (récoltée en mai ou juin)</li> <li>• Choux et brocoli (récoltés à l'automne précédent)</li> <li>• Artichaut de 2 ans et plus.</li> <li>• Carotte (venant juste avant la nouvelle culture)</li> <li>• Épinard et pois (venant juste avant la nouvelle culture)</li> <li>• Chou pommé (faible taux de récolte)</li> <li>• Couvert végétal (CIPAN) après précédent riche</li> <li>• Échalote (avec plastique)<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pâturage<sup>1</sup> de 3 ans et plus.</li> <li>• Chou-fleur d'hiver</li> <li>• Haricot (venant juste avant la culture)</li> <li>• Brocoli et chou-fleur récoltés au printemps</li> </ul>

<sup>1</sup> - Après une pâture de plus de 3 ans, la culture suivante ne doit pas être fertilisée. Pour les contributions en 2<sup>e</sup> année, voir grille "céréales".

<sup>2</sup> - Ne pas confondre effet précédent dû à la décomposition de la matière fraîche laissée sur le sol et reliquat fin de culture. L'échalote avec plastique, est un précédent pauvre, mais nous observons des reliquats souvent élevés à la récolte. Ils devront être pris en compte pour les cultures suivantes comme le chou venant de suite après.

Plus la masse de déchet de récolte (ou du CIPAN) sous forme de feuilles vertes sera importante, plus l'effet "riche" se fera sentir sur la culture suivante.

Si deux cultures sont séparées par une période hivernale, génératrice de lessivage et de réorganisation, un précédent classé riche deviendra moyennement riche, et un précédent moyennement riche deviendra pauvre.

Les engrais verts à base de légumineuses peuvent apporter plus de 200 kg N total/ha (dont 30 % efficace).



Les CIPAN : des cultures précédents pauvres ou moyennement riches selon leur développement et leur précédent.



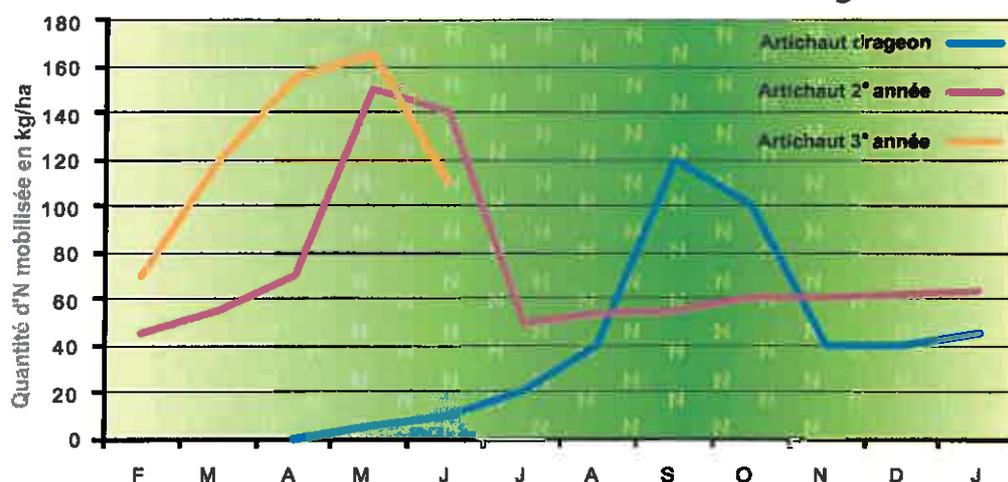
## L'artichaut

Violet, Camus, Castel

Une culture qui peut se conduire sur 1, 2 ans ou plus. L'artichaut est très sensible à la qualité physique du sol et réagit très bien à un apport d'amendement organique à la plantation.

Pour le dragon, culture d'été-début d'automne, l'eau est souvent le facteur limitant l'absorption d'éléments nutritifs comme l'azote.

### Le sol fournit l'essentiel des besoins du dragon



### Azote à apporter à la culture en fonction du précédent

Système légumes ou légumes avec céréales (en kg d'N efficace à l'ha)

Cultures	Dates de mises en place ou refertilisation	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent <sup>1</sup>			Apport en cours de culture
			riche	moyen <sup>ent</sup> riche	pauvre	
Dragon	mars à mai	septembre et octobre	20 à 50	50 à 70	70 à 100	0
Artichaut 2 <sup>e</sup> année	mars	juillet et août				60 à 100
Artichaut 3 <sup>e</sup> année	février	mai et juin				80 à 120

*Le haut de la fourchette peut être utilisé en cas de parcelle à fort potentiel ou de besoins organiques élevés. En cas d'irrigation, ne pas augmenter la dose de fertilisant.*

**Dragon** : Un grand soin doit être apporté à la préparation du sol. Un précédent céréale suivi d'un couvert végétal est recommandé.

Un apport organique de fumier de bovin ou de compost mûr est très vivement conseillé. Cela correspond à une dose de 20 à 50 kg/N efficace/ha, qui ne doit pas être dépassée après des précédents riches.

L'apport de fumier de volailles est particulièrement inadapté après des précédents riches comme le chou. Par contre, il reste utile après un précédent pauvre, sous réserve de ne pas dépasser la dose de 7 t/ha (95 kg/N efficace/ha).



**Artichaut de 2 et 3 ans** : La dose d'azote doit se baser sur les conseils Equiterre ou Fertiprim. Si le reliquat sortie d'hiver est faible, prendre le chiffre haut de la fourchette. Si le reliquat est élevé prendre le chiffre bas de fourchette. Préférer des formes ammoniac-nitriques pour le 3 ans et des formes ammoniacales pour le 2 ans.

### Des cultures qui exportent très peu d'azote (en kg/ha)

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Camus Castel année 1	8 t/ha	36	84	120
Camus Castel année 2	12 t/ha	54	96	150
Violet année 1	40 000 têtes	20	90	110
Violet année 2	45 000 têtes	25	100	125

**P & K :** L'apport de fumier couvre les besoins en  $P_2O_5$  et  $K_2O$  de l'artichaut sur 3 ans dans un sol bien pourvu. En cas d'apport d'un compost de déchets verts non complété en lisier ou fientes, prévoir dans les sols pauvres à bien pourvus, un complément minéral de 80 kg de  $K_2O$ /ha en 2<sup>e</sup> année.

### Exemple d'apport de fertilisants de deux amendement organiques

Type produit	Dose de référence	N efficace	$P_2O_5$ /ha	$K_2O$ /ha
Fumier de bovin	35 m <sup>3</sup> /ha	35 kg /ha	60 kg /ha	200 kg /ha
Compost de DV	35 m <sup>3</sup> /ha	15 kg /ha	100 kg /ha	60 kg /ha

En sol de sable, ou pauvre en  $K_2O$ , un apport de potasse est conseillé en plus du fumier de bovin, en 2<sup>e</sup> et éventuellement en 3<sup>e</sup> année.

L'apport de  $P_2O_5$  minéral en cours de culture n'est envisageable qu'en sol pauvre. Il est inutile en cas d'apport d'une déjection.



2<sup>e</sup> année : apporter 5 t/ha de fientes de volailles déshydratées, à partir du 16 janvier. Il faut impérativement attendre cette date pour re-fertiliser en azote la culture. Tout apport d'un fumier de volaille ou autre déjection après broyage est strictement interdit.



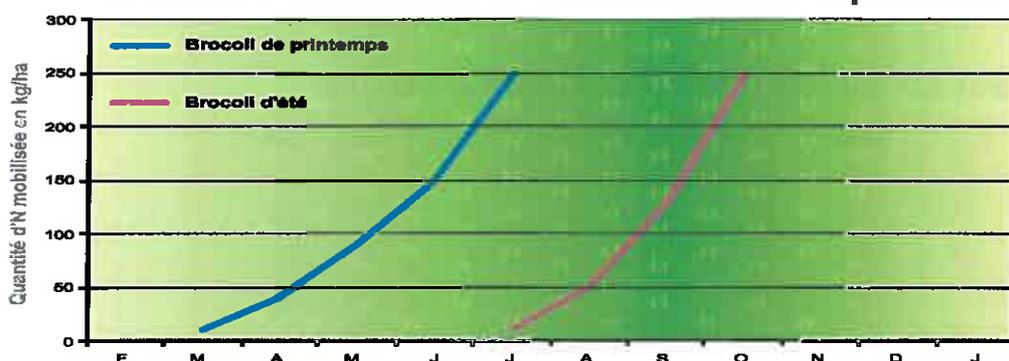
## Le brocoli

Une culture de cycle court qui se plante de février à mi août.

Au printemps, un apport d'N efficace (sous forme organique ou minéral) sera d'autant plus indispensable que la culture est implantée tôt.

L'été, en système légumier avec un précédent riche, cette culture peut se passer de fertilisation azotée. L'irrigation est souvent obligatoire pour les séries d'été.

### Le brocoli d'été bénéficie de fournitures du sol importantes



### Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (en kg/ha)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent <sup>1</sup>			Apport en cours de culture
			riche	moyen <sup>ent</sup>	pauvre	
<b>Système légumes ou légumes avec céréales</b>						
Brocoli de printemps	fév. à mai	mai à août	50 à 100	100 à 130	130 à 150	0
Brocoli d'été/aut.	juin à août	sept. à nov.	0 à 40	50 à 80	100 à 110	0
<b>Système endivier ou sol très pauvre en MO (&lt;2%)</b>						
Brocoli de printemps	mars à mai	mai à août	60 à 100	120 à 140	140 à 160	0
Brocoli d'été/aut.	juin à août	sept. à nov.	20 à 60	60 à 100	100 à 120	0

Sur les premières séries de printemps, l'apport d'un starter (100 kg/ha) en localisé est conseillé. Ce starter peut être remplacé par une bâche thermique.

Au printemps, l'azote peut être apporté sous forme minérale ou organique à fort coefficient d'efficacité. Dans le cadre du bon entretien de l'état organique des sols, profiter de l'été pour effectuer un apport de fumier de bovin ou de compost.

### Une culture qui restitue 3/4 de l'azote absorbé (en kg/ha)

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Brocoli marché du frais (coupe 16 cm)	11 t/ha	50 kg/ha	140 kg/ha	190 kg/ha

#### P & K :

P : sauf en cas de sol pauvre et/ou d'apport d'un starter en localisé, l'apport de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> minéral est inutile.

K : raisonner vos apports sur la rotation. En sol pauvre et après des précédents pauvres (céréales), un apport doit être envisagé.



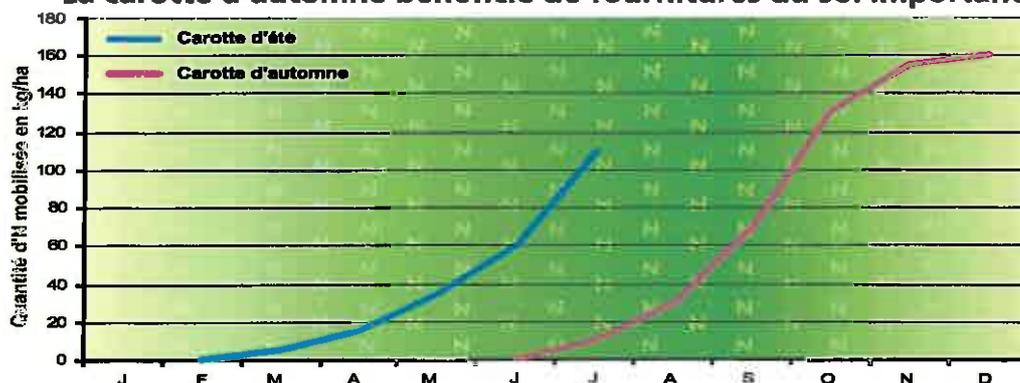
Pour les plantations d'été, l'apport d'un fumier de bovin est conseillé. Pour les plantations de printemps, l'apport de fumier de volailles ou fientes ou engrais organiques du commerce à libéralisation d'N rapide est possible.



## La carotte

Attention aux excès d'azote qui favorisent les maladies du feuillage et des racines. En été, en cas de précédent riche et en système légumier, cette culture peut se passer de fertilisation azotée.

### La carotte d'automne bénéficie de fournitures du sol importantes



### Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (en kg/ha)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent <sup>1</sup>			Apport en cours de culture
			riche	moyen <sup>ent</sup>	pauvre	
<b>Sol de limon : Système légumes ou légumes avec céréales</b>						
Carotte d'été	mars à mai	juil. à août	20 à 30	30 à 40	40 à 70	0
Carotte d'aut./hiver	mai à juin	oct. à déc.	0 à 30	30 à 50	50 à 80	+50 si tardif
<b>Sol de limon : Système endivier ou sol très pauvre en MO (&lt;2%)</b>						
Carotte d'été	mars à mai	juil. à août	20 à 40	40 à 60	60 à 90	0
Carotte d'aut./hiver	mai à juin	oct. à déc.	20 à 40	40 à 60	60 à 90	+50 si tardif
<b>Sol de sable</b>						
Carotte d'été	mars à mai	juil. à août	0 à 40	40 à 50	50 à 80	+50 selon ana.
Carotte d'aut./hiver	mai à juin	oct. à déc.	0 à 30	30 à 50	50 à 80	+50 selon ana.

Pour les carottes d'automne/hiver, privilégier des apports fractionnés en fonction des disponibilités du sol.

Prévoir des contrôles au stade 3-4 feuilles et 6-8 feuilles avant les apports en végétation.

Pour les apports sous forme organique à la plantation, le fumier de bovin (30 à 35 t/ha) est à préférer.

Pour les sols sableux : éviter le fumier de volaille qui entraîne des excès d'azote.

### Une culture qui restitue au moins la moitié de l'azote absorbé (en kg/ha)

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Carotte d'été	30 à 40 t/ha	45	65	110
Carotte de garde	70 t/ha	80	80	160

**P & K :** La carotte est une culture exigeante en potasse.

Une analyse de sol permet de contrôler le niveau de richesse et d'orienter la fertilisation.



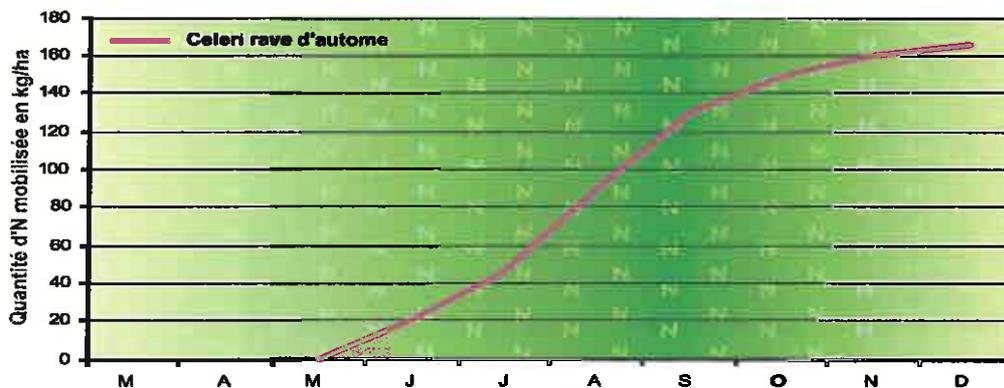
Précédent pauvre : il est conseillé d'apporter un fumier de bovin + engrais azoté organique sur la base de 40 kg N/ha total. L'apport de Patentkali n'est à faire que si le sol est peu pourvu en K.



## Le céleri rave

Le céleri rave d'automne/hiver est implanté en mai. Il bénéficie donc en bonne partie des fournitures naturelles du sol. Ses besoins azotés sont relativement faibles. La fertilisation devra donc être modérée afin de limiter le sclérotinia.

### Le céleri rave d'automne bénéficie de fournitures du sol importantes



### Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (en kg/ha)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent <sup>1</sup>			Apport en cours de culture
			riche	moyen <sup>ent</sup>	pauvre	
<b>Système légumes exclusifs ou légumes avec 20 % de céréales</b>						
Céleri rave d'aut.	mai	nov./déc.	0	0/20	20/40	50
Céleri rave précoce	mars	août/sept.	40/60	60/80	80/100	0
<b>Système endivier ou sol pauvre en MO (&lt; 2%)</b>						
Céleri rave d'aut.	mai	nov./déc.	0-20	20-40	40/60	50
Céleri rave précoce	mars	août/sept.	60/80	80/100	100/120	0

Pour le céleri d'automne, l'apport azoté à la plantation sera nul ou très modéré. Vérifier ensuite, par une analyse de reliquat en juillet/août, la nécessité d'un éventuel ré-apport.

Pour les céleris précoces, récoltés sur août/septembre, les apports sont plus importants et le fractionnement n'a pas d'intérêt.

Les apports de matière organique fraîche sont déconseillés juste avant céleri, pour éviter les problèmes de conservation.

### Les restitutions azotées du céleri rave sont peu élevées

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Céleri rave	50 tonnes	100	60	160

#### P & K :

P : les apports sont inutiles sauf en cas de sol pauvre.

K : les mobilisations sont élevées (410 kg/ha). L'apport est recommandé avant cette culture sauf si la teneur du sol est très riche.



Éviter les apports de fumier frais avant céleri. Apporter du patentkali en fonction de la teneur en K du sol.

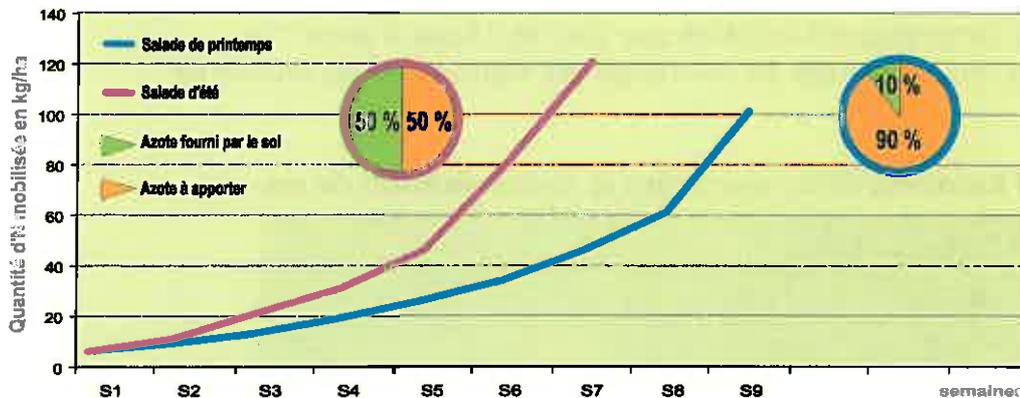


## Les salades (laitue et chicorée)

Une culture courte échelonnée de février à octobre. Les apports azotés sont plus importants en culture précoce. Attention aux excès d'azote qui favorisent les maladies bactériennes, le botrytis et le sclérotinia.

L'été, avec un précédent riche, cette culture peut se passer de fertilisation azotée.

### Les salades d'été bénéficient de fournitures du sol importantes



### Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (en kg/ha)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent <sup>1</sup>			Apport en cours de culture
			riche	moyen <sup>ent</sup>	pauvre	
<b>Système légumes exclusifs ou légumes avec 20 % de céréales</b>						
Laitue de printemps	fév./avril	juin/août	70/90	90/100	100/110	0
Laitue d'été/aut.	mai/sept.	sept./oct.	0/30	30/50	50/70	0
<b>Système endivier ou sol pauvre en MO (&lt; 2%)</b>						
Laitue de printemps	fév./avril	juin/août	80/90	90/100	100/120	0
Laitue d'été/aut.	mai/sept.	sept./fév.	0/30	30/60	60/80	0

Au début du printemps, les apports peuvent se faire sous forme d'ammonitrate + 70 kg/ha de starter en localisé. Prévoir un fractionnement en cas de printemps pluvieux, éventuellement après avoir effectué un reliquat.

A partir d'avril, l'azote est entièrement à apporter sous forme d'ammonitrate.

A partir de mai, les doses à apporter sont faibles voire nulles si le précédent est riche.

### Une culture qui exporte 90 % de l'azote absorbé (en kg N/ha)

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Laitues	30 t /ha	72	8	80

### P & K :

En général, aucun complément n'est à apporter en phosphore et potasse dans les sols où des matières organiques sont régulièrement apportées. L'apport de complet ne se justifie qu'en sol pauvre (situation rare).



Au printemps l'apport d'un engrais complet organique très soluble sur la base de 70 kg/ha de N total est conseillé.

## Les choux-fleurs et romanesco

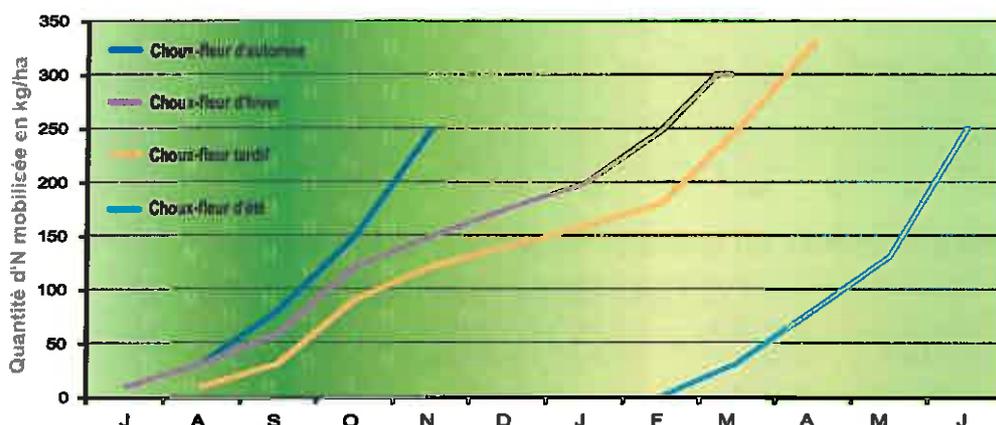
Avant les plantations d'été, un apport organique est conseillé (fumier de bovin après des précédents riches, lisier de porc sur chaumes de céréales).

En hiver la re-fertilisation doit se faire sous forme minérale par dose maximale de 50 unités par apport, en fonction des préconisations (cf. Equiterre, Fertiprim, Fertijuste).

La fertilisation du romanesco est la même que pour les choux d'automne.

La fertilisation des choux plantés au printemps est comparable au brocoli de printemps.

**Les choux d'automne/hiver valorisent la minéralisation du sol**



**Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (en kg/ha)**

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent <sup>1</sup>			Apport en cours de culture
			riche	moyen <sup>ent</sup>	pauvre	
<b>Préconisations d'apport en système légumier (ou légumes avec céréales)</b>						
Chou-fleur	mars-avril	juil. à sept.	50 à 100	100 à 130	130 à 150	0
	juillet	oct. à déc.	0 à 40	40 à 90	100 à 120	0
	juillet-août	janv. à fév.	0 à 40	40 à 80	80 à 100	0 ou 50
	juillet-août	mars à mai	0 à 40	40 à 50	50 à 80	1 ou 2x50
<b>Préconisations d'apport en système endivier ou en sol pauvre en MO (&lt; 2%)</b>						
Chou-fleur	mars-avril	juil. à sept.	70 à 120	120 à 150	150 à 170	0
	juillet	oct. à déc.	30 à 60	60 à 100	100 à 130	0
	juillet-août	janv. à fév.	30 à 60	60 à 100	100 à 120	0 ou 50
	juillet-août	mars à mai	0 à 50	50 à 70	70 à 100	1 ou 2x50



Les valeurs hautes des fourchettes proposées peuvent être utilisées en cas de forte densité, de variétés exigeantes, de sol à faible potentiel ou, pour les plantations de printemps, en cas de plantations très précoces.

Les apports en cultures doivent tenir compte des informations des réseaux (Équiterre, Fertijuste et Fertiprim).



## La fertilisation azotée pour les plantations d'été :

- **Après des précédents riches** (chou, brocoli...) : un simple apport de compost ou fumier de bovin suffit.
- **Après des précédents pauvres** comme une céréale, un apport de lisier est conseillé (30 m<sup>3</sup> avec une teneur de 4,5 N/m<sup>3</sup>). L'apport organique peut aussi être fait avec un fumier de bovin ou un compost mais la fertilisation azotée devra être complétée par un apport supplémentaire d'N minéral en cours de culture.
- **Après échalote**, les reliquats d'N dans le sol sont souvent élevés, de par la présence du plastique. Prendre les valeurs des précédents moyennement riches.

Pour les cultures à cycle long (de janvier à mai), de l'azote complémentaire est à apporter en plein sur la culture, en général une fois en décembre pour les récoltes de janvier à mars et 2 fois (en février et mars ou avril) pour les récoltes de mars à mai. Suivre les conseils diffusés.

S'il y a prévision d'un apport minéral en plus d'une déjection, il est préférable de le décaler en cours de culture.

L'apport d'un starter (N/P) est inutile.

## La fertilisation azotée pour les plantations de printemps

Elle est plus élevée que pour les plantations d'été, car la culture profite moins de la minéralisation du sol.

La localisation d'un engrais starter (N/P) à la plantation, pour les premières séries en sol froid, permet d'obtenir un démarrage rapide des cultures.

### Une culture qui restitue 3/4 de l'azote absorbé (en kg/ha)

	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Chou fleur d'hiver couronné	90	230	320
Chou fleur d'hiver industrie	60	260	320
Chou d'automne couronné	60	150	210

## P & K :

Sauf en sol pauvre, l'apport de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> minéral est inutile.

L'apport de K dans la rotation peut se réaliser avant chou. La dose est à moduler en fonction de l'analyse.

Prendre en compte l'apport de la déjection ou du compost.

**S'il y a apport organique (fumier, lisier, compost), l'apport supplémentaire d'un engrais minéral complet est inutile (sauf carence manifeste).**



Apport conseillé avant plantation de fumier de bovin. Dose à moduler en fonction des précédents.

L'apport en cours de culture, pour les hivers et tardifs, de fientes de volailles sèches, donne peu d'effet sur le calibre et le rendement.

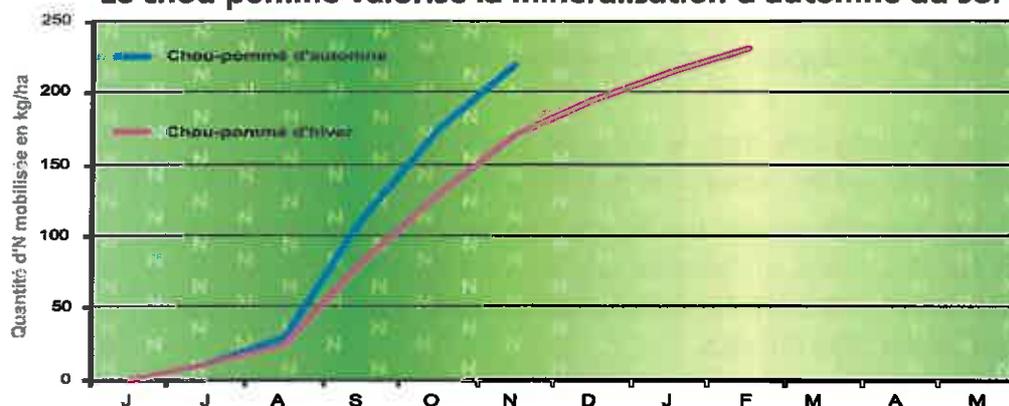


## Le chou pommé (ou chou de Milan)

Les besoins sont réguliers au cours du cycle.

Pour les choux pommés d'hiver, le fractionnement de la fertilisation est indispensable pour atteindre le calibre commercial.

### Le chou pommé valorise la minéralisation d'automne du sol



### Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (en kg/ha)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent <sup>1</sup>			Apport en cours de culture
			riche	moyen <sup>ent</sup>	pauvre	
<b>Système légumes exclusifs ou légumes avec 20 % de céréales</b>						
Chou pommé aut.	juin/juil.	sept./déc.	30/50	50/70	80/100	0
Chou pommé hiver	juil./août	janv./avril	0/40	40/50	50/80	50
<b>Système endivier ou sol pauvre en MO (&lt; 2%)</b>						
Chou pommé aut.	juin/juil.	sept./déc.	30/60	60/80	90/110	0
Chou pommé hiver	juil./août	janv./avril	0/40	40/60	60/90	50

Les apports de fumiers ou de composts sont bien valorisés par cette culture, car la libération d'azote est progressive. Ils couvriront également les besoins en P et K. Pour les apports en cours de culture, attention aux brûlures sur feuilles, épandre l'engrais avant une pluie.

### Les restitutions du chou pommé sont plus faibles que celles du chou-fleur

	Rendement moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Chou pommé	17 000 têtes	115	105	220

#### P & K :

- P : sauf en cas de sol pauvre, l'apport minéral est inutile.
- K : apport uniquement s'il n'y a pas eu de fumier ou compost et en cas de sol pauvre.



Apporter 30 t/ha du fumier de bovin avant plantation.



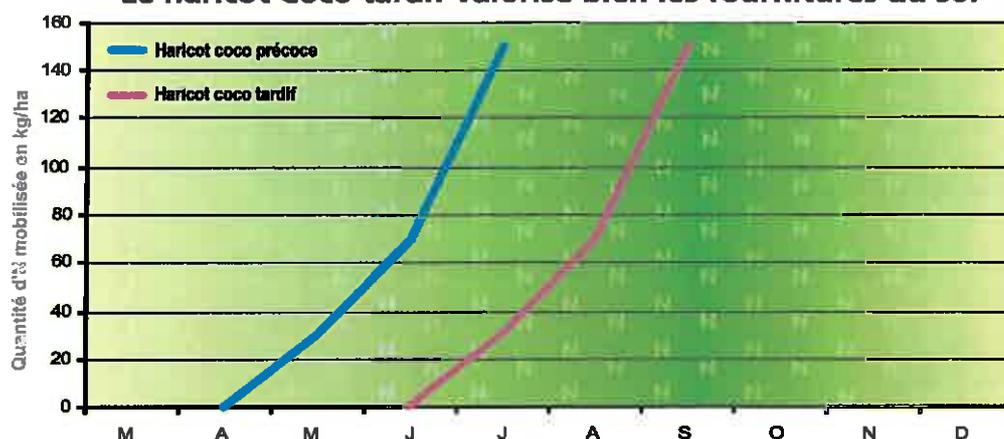
## Haricot Coco de Paimpol

Cette culture d'été s'implante d'avril à la mi-juillet pour se récolter de juillet à fin septembre.

Attention aux excès de fertilisation azotée car il est sensible à la verse et au sclérotinia. Pour les semis tardifs, l'eau est souvent le facteur limitant l'absorption d'éléments nutritifs.

Les techniques de préparation du sol doivent préserver les réserves d'eau avant le semis. Il est conseillé d'éviter, sauf en sol très profond, de mettre cette culture après un précédent asséchant.

### Le haricot Coco tardif valorise bien les fournitures du sol



### Azote à apporter à la culture en fonction du précédent : systèmes légumes ou légumes avec céréales (en kg/ha)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent <sup>1</sup>			Apport en cours de culture
			riche	moyen <sup>ent</sup> riche	pauvre	
Haricot coco précoce	avril à mai	juillet à août	20 à 50	60 à 100	100 à 120	0
Haricot coco tardif	juin à juillet	août à sept.	20 à 30	50 à 80	80 à 100	0

Eviter les apports de matière organique fraîche (lisier, fumier) avant les semis car ils peuvent développer des maladies du pied (fusarioses) et ont un effet attractif pour la mouche des semis.

La localisation d'un engrais starter (N/P : 100 kg/ha environ) au semis permet d'obtenir un démarrage rapide de la culture.

### Une culture qui restitue la moitié de l'azote absorbé (en kg/ha)

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Haricot Coco	10 t/ha	65	85	150

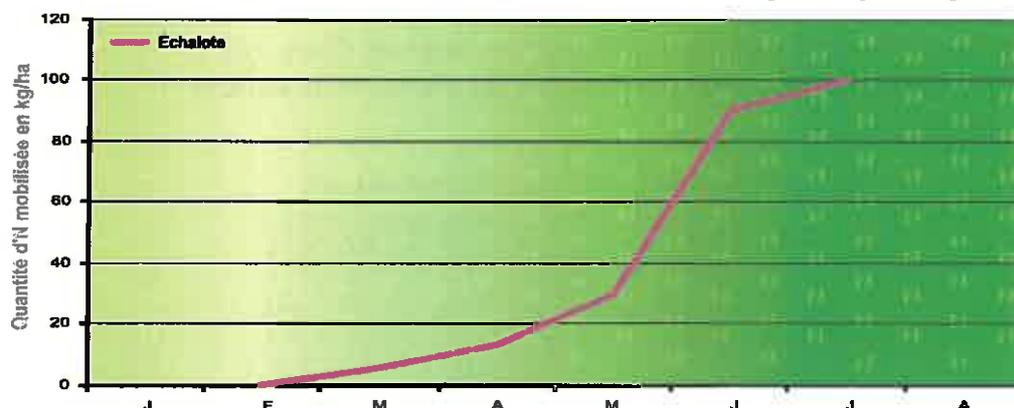
### P & K :

- Sauf en sol pauvre, l'apport de P, en plus du starter, est déconseillé.
  - Sauf en cas de sol pauvre, l'apport de K doit s'effectuer prioritairement sur d'autres cultures de la rotation (chou, artichaut...).
- En cas d'apport, éviter les formes chlorure plus salines.

## L'échalote et l'oignon rosé

Sur ces cultures, tout excès de fertilisation azotée, favorise les maladies foliaires et peut limiter la conservation du produit.

### L'échalote valorise les fournitures du sol stimulées par le plastique au sol



### Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (en kg/ha)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent <sup>1</sup>			Apport en cours de culture
			riche	moyen <sup>ent</sup>	pauvre	
<b>Système « légumes » ou « légumes avec céréales »</b>						
Echalote / Oignon avec paillage plastique	fév. à avril	juil. à août	0 à 20	40 à 60	60 à 80	0
<b>Système endivier ou sol très pauvre en MO (&lt; 2%)</b>						
Echalote / Oignon avec paillage plastique	fév. à avril	juil. à août	20 à 40	50 à 70	70 à 100	0

Pour une plantation précoce sur janvier - début février, possibilité d'apporter 20 unités après un précédent riche (sol froid minéralisant peu).

Les apports de matière organique fraîche (lisier, fumier) sont déconseillés de manière générale avant la mise en place car ils peuvent favoriser les maladies.

#### Semis et plantation d'oignon ou d'échalote sans plastique :

Dans ce cas, la fertilisation doit être fractionnée en un ou deux apports en cours de culture (sur avril-mai) selon le résultat de l'analyse du reliquat azoté.

### Une culture qui exporte 90 % de l'azote absorbé (en kg/ha)

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Échalote et oignon rosé	40 t /ha	92	8	100

#### P & K :

- P : L'apport est utile seulement en sol pauvre. Dans ce cas, il doit se réaliser après labour sur la base de 50 à 80 kg/ha.
- K : L'apport est inutile en sol riche ou bien pourvu, surtout après des précédents chou. En sol pauvre, un apport de 200 à 250 kg/ha est conseillé.



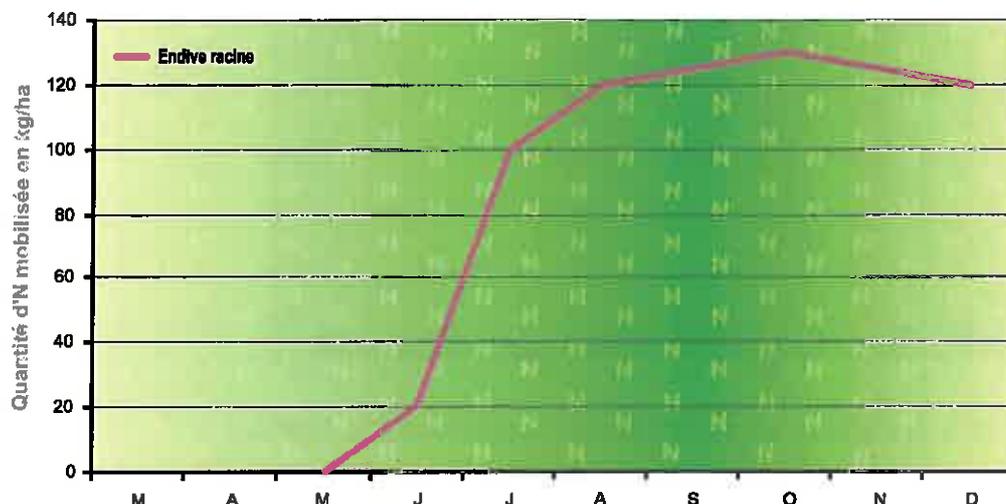
L'apport d'azote est déconseillé. L'apport de potasse (patentkali) est à effectuer en fonction de la teneur du sol.



## L'endive racine

La fertilisation azotée est volontairement très limitée pour réduire les risques parasitaires au cours du forçage de la racine.

### Endive : le sol fournit l'essentiel de l'azote



### Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (système endivier ou sol pauvre en MO <2%)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent <sup>1</sup>			Apport en cours de culture
			riche	moyen <sup>ent</sup>	pauvre	
Endive racine	mai	nov. à mars	non conseillé	0 à 30	0 à 40	0

Le chiffre haut de la fourchette peut être utilisé pour certaines variétés.  
L'apport azoté peut éventuellement être fractionné.

### Une culture précédent pauvre

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Endive racine	25 t /ha exportées	85	45	130

### P & K :

Les compensations des exportations en phosphore et potasse doivent être faites prioritairement sur les autres cultures de la rotation.

A la culture, apports éventuels :

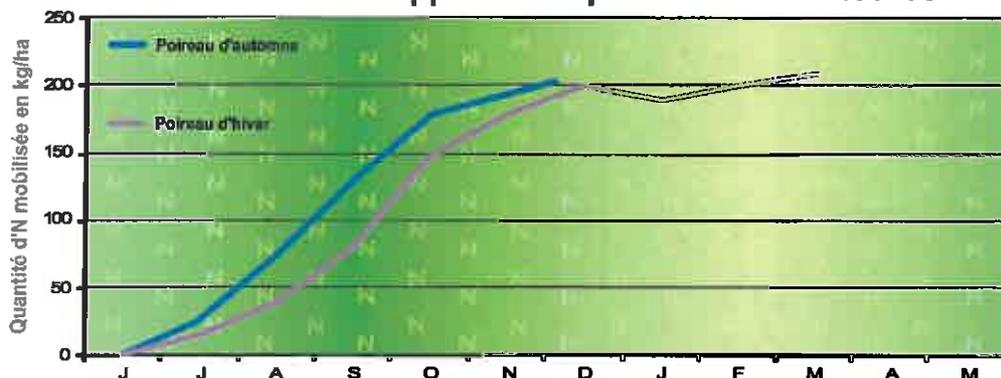
- P : en sol pauvre, un apport de 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> est conseillé.
- K : en sol pauvre un apport de 100 kg/ha de K<sub>2</sub>O est conseillé.

En sol bien pourvu : aucun apport.

## Le poireau

Le poireau est une culture à cycle long qui bénéficie de manière importante des fournitures naturelles du sol. Les besoins en azote sont surtout concentrés sur l'automne. Il est donc conseillé de modérer les apports à la plantation et de fractionner au maximum la fertilisation.

**Poireau : le sol apporte une part de l'azote absorbé**



**Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (en kg/ha)**

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent <sup>1</sup>			Apport en cours de culture
			riche	moyen <sup>ent</sup>	pauvre	
<b>Système légumes exclusifs ou légumes avec 20 % de céréales</b>						
Poireau été	mars/avril	août/oct.	60/100	100/120	120/150	0
Poireau automne	mai/juin	nov./déc.	0/40	40/50	50/70	+50*
Poireau hiver	juin/juil.	janv./avril	0/40	40/50	50/70	+2 x 50*
<b>Système endivier ou sol pauvre en MO (&lt; 2%)</b>						
Poireau été	mars/avril	août/oct.	80/110	110/140	140/170	0
Poireau automne	mai/juin	nov./déc.	40/60	60/80	80/90	+50*
Poireau hiver	juin/juil.	janv./avril	0/40	40/70	70/90	+2 x 50*

\* Les apports en cours de culture sont à faire en fonction des reliquats ou des conseils. En cas d'année exceptionnellement humide, un ré-apport de 50 kg/ha supplémentaires peut être envisagé.

Après un précédent riche (chou d'hiver), un apport de fumier de bovin ou de compost suffit à la plantation. Ces apports assurent également la fourniture des besoins en P et K de la culture.

**Les restitutions azotées du poireau sont très faibles. Il est considéré comme un précédent pauvre, sauf s'il y a épandage des épluchures de feuilles au champ** (1 ha de poireau produit environ 12 tonnes d'épluchures soit près de 60 kg d'N dont 20 kg efficaces sur une culture de printemps).

**Une culture qui exporte la quasi totalité des mobilisations (en kg/ha)**

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Poireau d'hiver	50 t	165	5	170

### P & K :

- P : apport minéral généralement inutile sauf en cas de sol pauvre.
- K : apport minéral généralement pas nécessaire sauf en cas de sol pauvre. Réserver cet apport minéral avant les cultures plus exigeantes (pomme de terre, céleri, chou...) de la rotation.



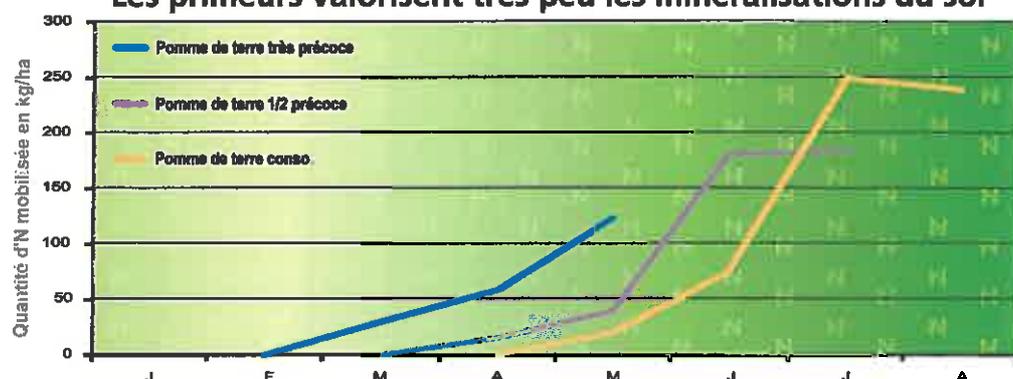
## La pomme de terre

Les apports de matière organique fraîche sont déconseillés avant pomme de terre pour des raisons sanitaires.

Pour les pommes de terre très précoces, les mobilisations sont relativement faibles mais l'azote doit être disponible rapidement.

Pour la pomme de terre de consommation, les mobilisations sont plus importantes mais sont mieux couvertes par les fournitures naturelles du sol.

### Les primeurs valorisent très peu les minéralisations du sol



### Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (en kg/ha)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent <sup>1</sup>			Apport en cours de culture
			riche	moyen <sup>ent</sup>	pauvre	
<b>Système légumes exclusifs ou légumes avec 20 % de céréales</b>						
PdT très précoce	fév./mars	mai	70/90	90/100	100/130	0
PdT 1/2 précoce	mars/avril	juin/juil.	100/130	130/140	140/170	0
PdT conso.	mai	août/sept.	80/100	100/130	130/160	0
<b>Système endivier ou sol pauvre en MO (&lt; 2%)</b>						
PdT très précoce	fév./mars	mai	70/90	90/110	110/140	0
PdT 1/2 précoce	mars/avril	juin/juil.	110/140	140/150	150/180	0
PdT consommation	mai	août/sept.	90/120	120/150	150/180	0

Les chiffres haut de la fourchette peuvent être utilisés en cas de plantation très précoce ou en cas de rendement régulièrement supérieur aux références.

Des réductions de doses sont possibles en cas de localisation de l'engrais (- 30 %).

### Une culture qui restitue 1/3 de l'azote mobilisé

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
P de T précoce	25	70	55	125
P de T 1/2 précoce	35	115	70	185
P de T consommation	50	175	75	250

La pomme de terre est considérée, comme un précédent moyennement riche si la culture suivante est implantée en été, ou comme un précédent pauvre si la culture suivante est implantée au printemps suivant.

#### P & K :

Les apports de phosphore sont rarement nécessaires sauf en sol pauvre. L'apport d'un "starter" en localisé pour les plantations précoces en sol froid permet un gain de précocité.

Pour la potasse, l'impasse est également possible en sol riche et après précédent riche. En cas de sol bien pourvu ou pauvre, l'apport de K est conseillé sur cette tête de rotation.



Apporter un engrais complet organique en localisé sur la base minimale de 50 kg/ha d'N total. A renforcer après précédents pauvres.

## Valeurs indicatives des fertilisations azotées à apporter en fonction des précédents

**CAS GENERAL : système légumes exclusif ou légumes avec 20 % de céréales (mixtes)**

Nom culture	Date de plantation	Date de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place de la culture selon la nature du précédent en kg N/ha <sup>1</sup>			Apport minéral complémentaire en cours de culture en kg N/ha <sup>1</sup>
			PRÉCÉDENT RICHE	MOYENNEMENT RICHE	PRÉCÉDENT PAUVRE	
Dragoon	mars/mai	sep./nov	20/50	50/70	70/100	0
Artichaut 2 <sup>e</sup> année		juin/août				60/100
Artichaut 3 <sup>e</sup> année		mai/juin				80/120
Brocoli de printemps	mars/avril	mai/août	50/100	100/130	130/150	0
Brocoli d'automne	mai/août	sep./nov	0/40	50/80	100/110	0
Céleri rave d'automne	mai	novembre	0	0/20	20/40	50
Chou-fleur d'été	mars/avril	juil/sept	50/100	100/130	130/150	0
Chou-pommé	juillet/août	déc/mars	0/40	40/50	50/80	50
Chou-fleur d'automne	juillet	oct/déc	0/40	40/90	100/120	0
Chou-fleur d'hiver	juil/août	janv/fev	0/40	40/80	80/100	50
Chou-fleur tardif	août	mars/mai	0/40	40/50	50/80	2 fois 50
Carotte petite	mars/mai	juil/août	20/30	30/40	40/70	0
Carotte d'automne	mai/juin	oct/déc	0/30	30/50	50/80	50 si tardif
Courgette d'automne	juillet	sept/oct	0	40/60	60/90	0
Echalote	fev/avril	juillet/août	0/20	40/60	60/80	0
Endive	mai/juin	oct/déc	0/20	0/30	0/40	0
Haricot coco	mai/juil	juil/sept	20/50	50/90	90/100	0
Haricot vert	mai/juil	juil/sept	20/50	50/80	80/110	0
Fenouil	mai/juil	sep./nov	0/30	30/70	70/90	0
Laitue de printemps	fev/avril	mai/juin	70/90	90/100	100/100	0
Laitue d'été et d'automne	mai/août	juil/octo	0/30	30/50	50/70	0
Oignon d'automne	sept	juin	0	0	0	2 fois 50
Oignon rosé	mars/avril	juillet/août	0	0/40	40/60	0
P de T très précoce	fev/mars	mai	70/90 <sup>2</sup>	90/100 <sup>3</sup>	100/130 <sup>3</sup>	0
P de T demi précoce	avril	juin	100/130 <sup>3</sup>	130/140 <sup>3</sup>	140/170 <sup>3</sup>	0
P de T consommation	mai/juin	août/oct	80/100 <sup>3</sup>	100/130 <sup>3</sup>	130/160 <sup>3</sup>	0
P de T plant	avril/mai	juillet/sept	40/70	70/100	100/110	0
Poireau d'été	avril	août/oct	60/100	100/120	120/150	0
Poireau d'automne	juin/juillet	nov/déc	0/40	40/50	50/70	50
Poireau d'hiver	juin/juillet	janv/avril	0/40	40/50	50/70	2 fois 50

En prévisionnel (PPF), il faut prendre en compte le chiffre d'une des colonnes "azote efficace" selon la nature du précédent et le chiffre de la colonne d'apport minéral complémentaire.

2 - Les apports en cours de culture se réalisent en fonction des avertissements des réseaux (Equiferre, Fertiprim, Fertijuste).

3 - Réduction de la dose de 30 % si fertilisation localisée.

## Valeurs indicatives des fertilisations azotées à apporter en fonction des précédents

**CAS PARTICULIER : système endivier ou sol très pauvre**

**en MO < 2 % ou sol ayant reçu un flux organique faible depuis de nombreuses années.**

Nom culture	Date de plantation	Date de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place de la culture selon la nature du précédent en kg N/ha <sup>1</sup>			Dose d'apport minéral complémentaire en cours de culture <sup>2</sup>
			PRÉCÉDENT RICHE	PRÉCÉDENT MOYENNEMENT RICHE	PRÉCÉDENT PAUVRE	
Dragoon	mars/mai	sept/nov	50	50/70	70/110	0
Artichaut 2 <sup>e</sup> année		juin/août				80/110
Artichaut 3 <sup>e</sup> année		mai/juin				90/120
Brocoli de printemps	mars/mai	mai/août	60/110	120/140	140/160	0
Brocoli d'automne	juin/août	sept/nov	20/60	60/100	100/120	0
Céleri rave d'automne	mai	novembre	0/20	20/40	40/60	50
Chou-fleur d'été	avril/juin	juil/sept	70/120	120/150	150/170	0
Chou pomme	juillet	dec/mars	0/40	40/60	60/90	50
Chou-fleur d'automne	juillet	octo/dec	30/60	60/100	100/130	0
Chou-fleur d'hiver	juil/août	janv/fev	30/60	60/100	100/120	50
Chou-fleur tardif	août	mars/mai	0/50	50/70	70/100	2 fois 50
Carotte petite	mars/mai	juil/août	20/40	40/60	60/90	0
Carotte d'automne/hiver	mai/juin	octo/dec	20/40	40/60	60/90	50 si tardif
Courgette d'automne	juillet	sept/octo	20/40	40/80	80/110	0
Echalote	fev/avril	juillet/août	20/40	50/70	70/100	0
Endive	mai/juin	octo/dec	0/20	0/30	0/40	0
Haricot coco	mai/juil	juil/sept	20/50	60/100	100/120	0
Haricot vert	mai/juil	juil/sept	20/50	60/90	90/120	0
Fenouil	mai/juil	sept/nov	40/50	50/80	80/100	0
Laitue de printemps	fev/avril	mai/juin	80/90	90/100	100/120	0
Laitue été d'automne	mai/août	juil/octo	0/30	30/60	60/80	0
Oignon d'automne	sept	juin	0	0	0	2 fois 50
Oignon rosé	mars/avril	juillet/août	0/30	30/60	60/80	0
P de T très précoce	fev/mars	mai	70/90 <sup>3</sup>	90/110 <sup>3</sup>	110/140 <sup>3</sup>	0
P de T demi précoce	avril	juin	110/140 <sup>3</sup>	140/150 <sup>3</sup>	150/180 <sup>3</sup>	0
P de T consommation	mai/juin	août/octo	90/120 <sup>3</sup>	120/150 <sup>3</sup>	150/180 <sup>3</sup>	0
P de T plant	avril/mai	juillet/sept	50/70	70/100	100/120	0
Poireau été	avril	août/octo	80/110	110/140	140/170	0
Poireau d'automne	juin/juillet	nov/dec	40/60	60/80	80/90	50
Poireau d'hiver	juin/juillet	janv/avril	0/40	40/70	70/90	2 fois 50

<sup>1</sup> En prévisionnel (PPF), il faut prendre en compte le chiffre d'une des colonnes "azote efficace" selon la nature du précédent et le chiffre de la colonne d'apport minéral complémentaire.

<sup>2</sup> - Les apports en cours de culture se réalisent en fonction des aversissements des réseaux (Équiterre, Fertiprim, Fertijuste).

<sup>3</sup> - Réduction de la dose de 30 % si fertilisation localisée.

## B – GRILLES LEGUMES INDUSTRIE

- Grosses carottes
- Jeunes carottes
- Flageolets et gros haricots
- Haricots fins et très fins
- Épinards d'automne
- Épinards de printemps et d'hiver

\*\*\*\*\*

### FERTILISATION AZOTEE DES LEGUMES INDUSTRIE : METHODOLOGIE

Rappel de l'équation permettant le calcul de la dose :

$$X + Xa = \text{Dose de référence} - Ri - Mr - Mha$$

Avec les précisions suivantes sur les différents postes de l'équation :

- **Dose de référence**

La dose de référence prend en compte les besoins reconnus d'une culture réussie ( $Pf - Pi$ ) auxquels s'ajoute l'azote restant dans le sol à la récolte moins l'azote fourni par la minéralisation de l'humus ( $Mh - Mha$ ) = Mhs.

L'azote restant dans le sol à la récolte ( $Rf$ ) est un peu plus élevé que pour les grandes cultures du fait d'une part, de l'influence de la disponibilité en azote sur la qualité de la récolte et d'autre part, de l'incertitude sur l'azote réellement absorbé d'un prélèvement de l'azote encore très actif de la culture au stade récolte.

Pour ce type de cultures, la notion d'objectif de rendement n'a pas de sens concret, c'est donc le rendement de référence habituellement observé qui a été choisi. Il s'agit d'un rendement " sortie du champ ", le rendement réellement élaboré par la culture est le plus souvent de 15 % à 40 % supérieur.

- **Reliquat pré-semis (Ri)**

La notion de reliquat "sortie d'hiver" utilisée en grande culture n'est pas applicable pour les légumes d'industrie du fait de la fréquence des doubles cultures.

Le reliquat est donc à mesurer juste avant le semis (Ri). Ceci explique aussi la brièveté de la période d'application du bilan prévisionnel.

Aussi le niveau de reliquat pré-semis dépend-t-il du précédent, sachant que l'azote des résidus du précédent est libéré en partie avant et en partie après le semis.

Dans ce contexte, une mesure directe du reliquat azote est recommandée.

Sans mesure directe du reliquat pré-semis, un niveau repère est indiqué correspondant à une situation de fertilisation équilibrée.

- **Effet du précédent cultural (Mr)**

Il s'agit de la part de l'azote contenu dans les résidus de récolte du précédent qui va se minéraliser après le semis et sur le cycle de la culture (Mr ou Mrci ou Mhp).

Une autre part de cet azote est déjà prise en compte dans le reliquat pré-semis. L'effet total du précédent est la somme des deux.

- **Apports organiques des années antérieures ou arrière-effets (Mha)**

Il s'agit des pratiques moyennes raisonnées à l'échelle des 15 années précédentes sur la parcelle.

Par exemple, le cadre "fumier de bovins + hors sol" décrit une rotation dans une exploitation bovine utilisant du lisier de porc dans le cadre d'un plan d'épandage avec les chargements moyens observés en azote d'origine animal sur ce type d'exploitation.

**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).

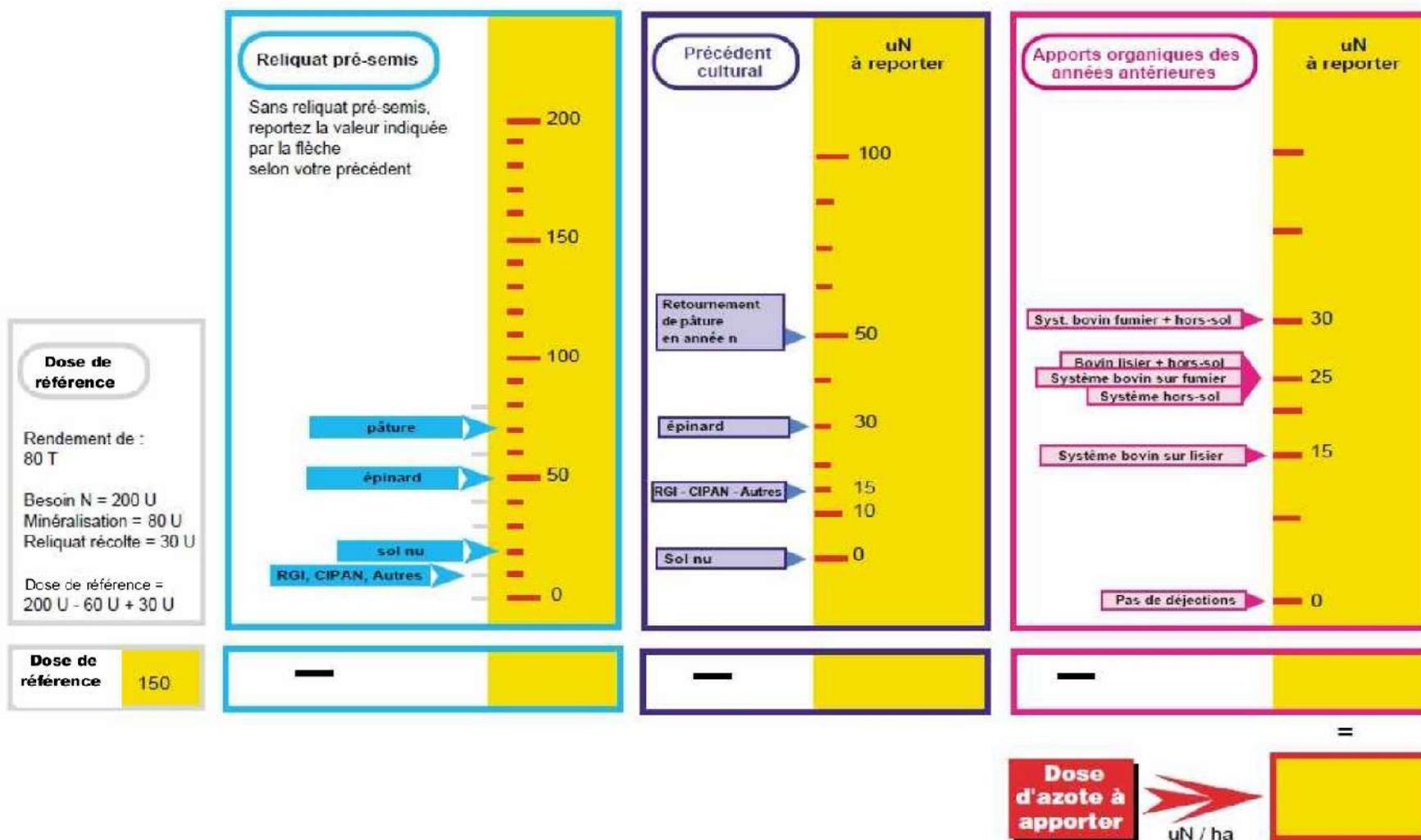
La fertilisation azotée des légumes peut être fractionnée dans certains cas. Dans le cas d'une double culture le terme  $X_a$  peut recouvrir la période correspondant à la somme des deux cycles de cultures.

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

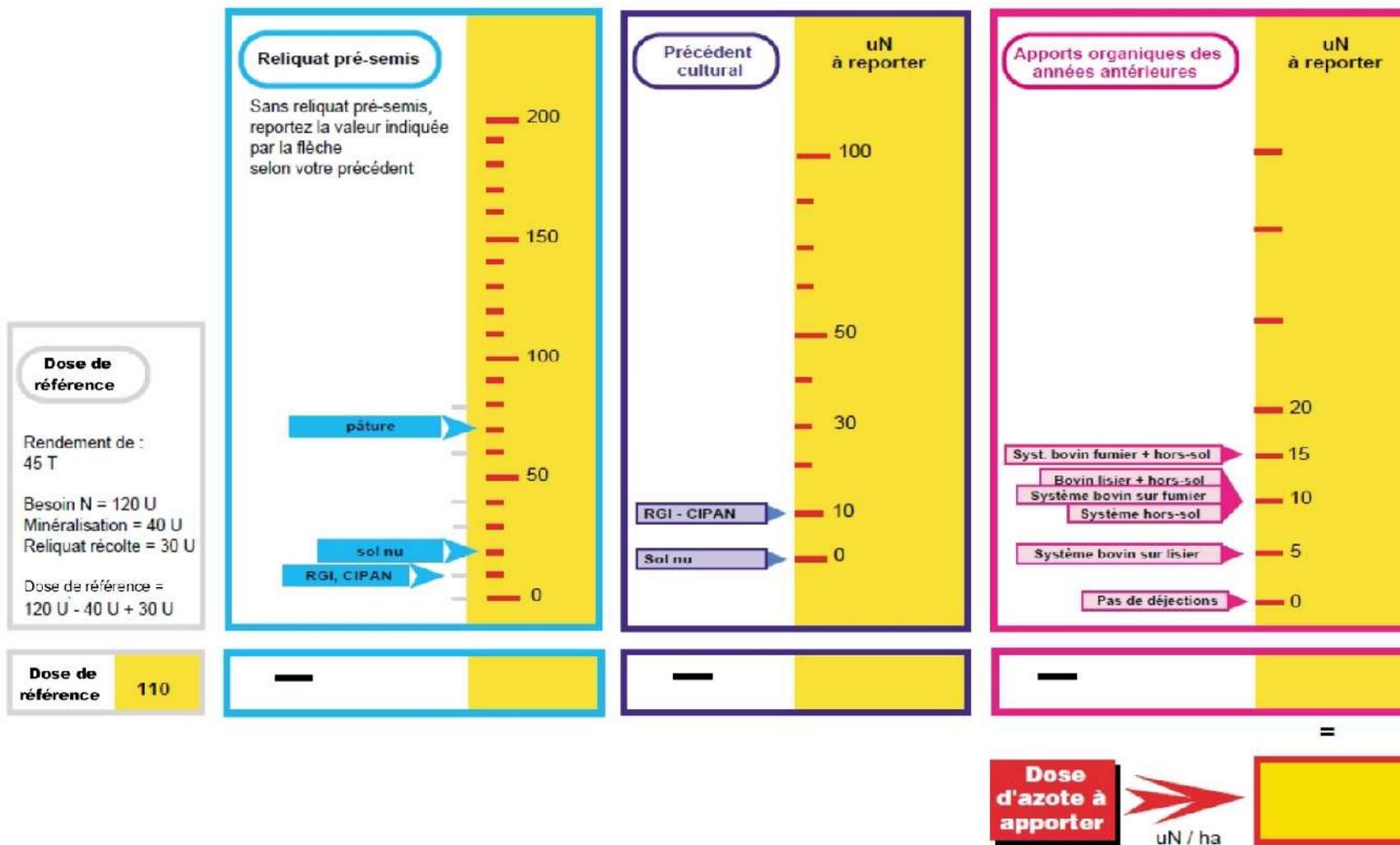
La plupart des cultures légumières restitue par les résidus de récolte une grande partie de l'azote absorbé. Ces flux d'azote doivent être gérés autant sur l'interculture hivernale que sur la culture suivante.

- 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.

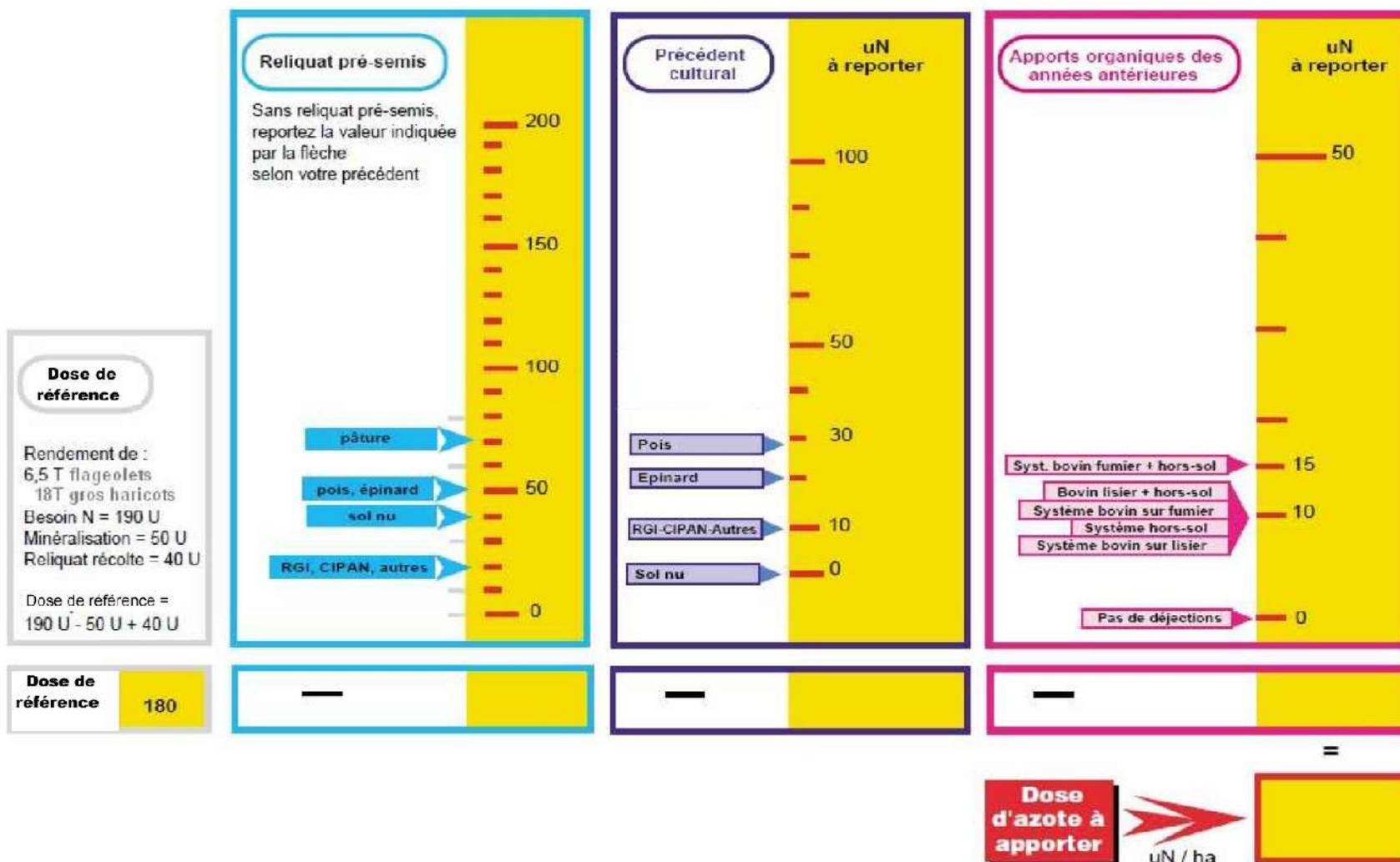
# Grille simplifiée azote **grosses carottes**



# Grille simplifiée azote **jeunes carottes**

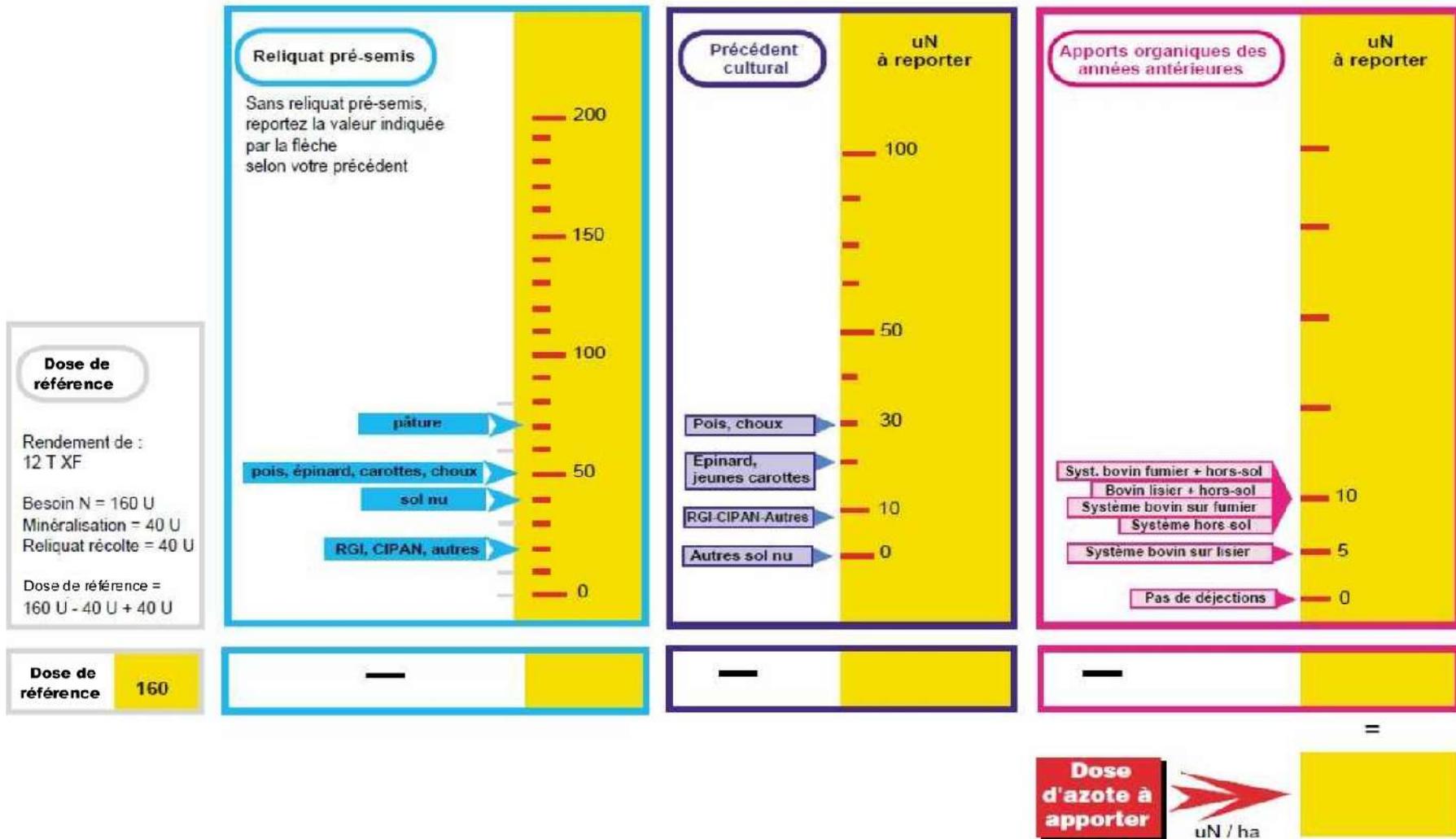


# Grille simplifiée azote flageolet et gros haricots

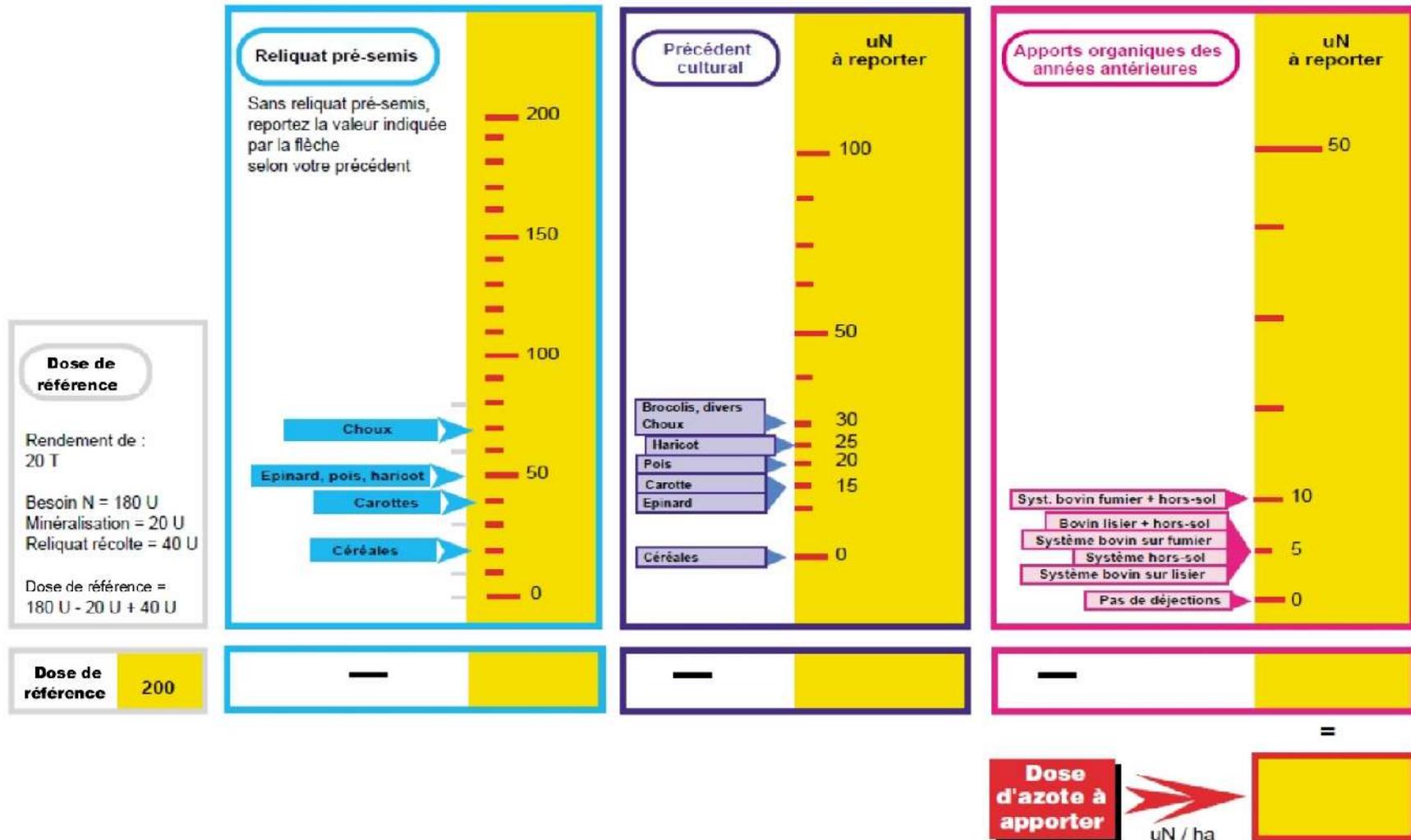


# Grille simplifiée azote **haricot**

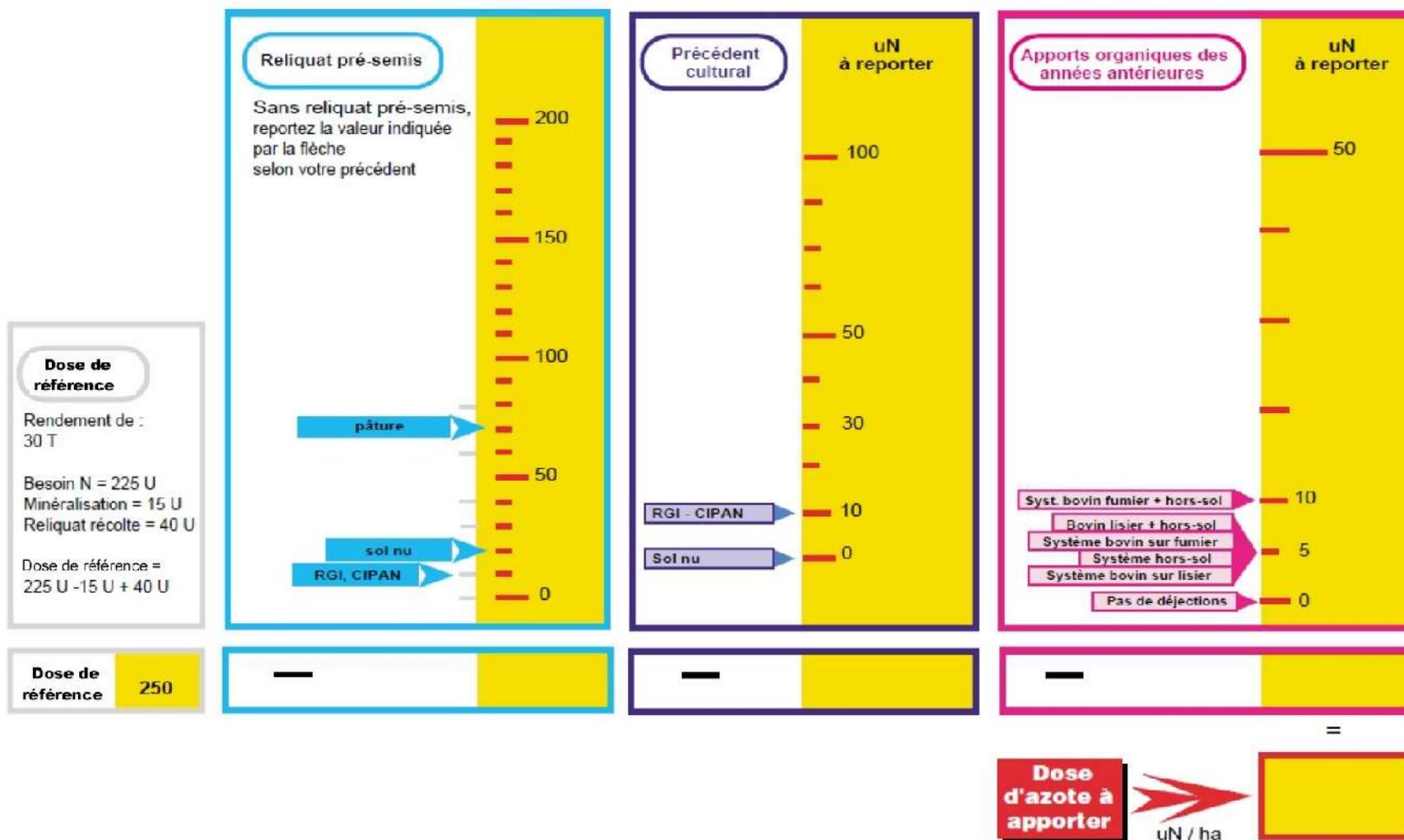
Extra fins et très fins



# Grille simplifiée azote **épinard d'automne**



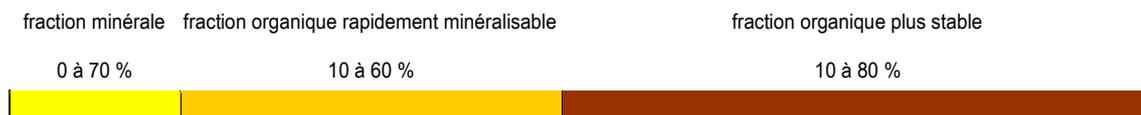
# Grille simplifiée azote *épinard de printemps et d'hiver*



## ANNEXE 11

## 11-1 Note explicative sur les coefficients d'équivalence engrais des Produits Résiduaire Organiques (PRO)

L'azote contenu dans les Produits Résiduaire Organiques (PRO) de quelque nature qu'ils soient (engrais organique normalisé, fumier, lisier ou boue...) peut schématiquement se diviser en 3 fractions :



Après apport au sol, la fraction minérale est directement considérée comme un engrais ammoniacal de synthèse.

La fraction organique rapidement minéralisable va se transformer en azote minéral disponible en fonction des conditions pédo-climatiques et de la nature chimique de cette fraction organique. Elle sera donc plus ou moins utile à la fertilisation de la culture qui suit.

La fraction organique plus stable va se minéraliser les années après l'apport et contribuer aux postes des « apports organiques des années précédents le semis » voire aussi en partie enrichir « l'humus du sol et du système de culture » nommé Mhs au point I de la présente note méthodologique.

**On peut donc considérer qu'une part de l'azote du PRO se comporte comme un engrais minéral de synthèse pour une culture donnée.** Cette part est déterminée par application d'un coefficient nommé "**coefficient d'équivalence-engrais**". Les coefficients varient selon la nature des PRO. Ils sont indiqués dans **l'annexe 11**.

Le rapport entre azote total du PRO apporté avant culture, et le coefficient d'équivalence-engrais de ce PRO permet de calculer la part efficace de la fumure. La part non immédiatement efficace rentrera dans les postes de contribution des apports organiques et humus du sol.

Les PRO qui figurent en caractère gras dans l'annexe 11 sont affectés de coefficients équivalence-engrais obtenus dans le cadre d'expérimentations au champs, dans de bonnes conditions d'épandage, avec éventuellement incorporation immédiate. Ce sont des moyennes. Il n'est pas rare d'observer des variations annuelles de près de 50 % de ces coefficients.

Les autres valeurs ont été estimées à dire d'experts à partir d'analyses, voire de modélisation et de connaissance du besoin des cultures.

La date d'apport du PRO influe sur le coefficient. La valeur retenue est basée sur une date moyenne des pratiques observées.

Comme tout fertilisant azoté, une partie de l'azote peut se perdre à l'épandage par volatilisation et une autre partie se perdre par lixiviation, en particulier si l'apport a lieu hors des périodes préconisées. Ces pertes affecteront négativement les coefficients.

Pour les PRO riches en azote ammoniacal (fumier et fientes de volaille, lisier de porc, digestat de méthanisation...) de légères pertes d'ammoniac sont prises en compte dans les coefficients. Des pertes plus élevées peuvent faire fortement baisser ces coefficients.

NB : pour les fertilisants azotés non cités dans l'annexe 11, il appartient à l'exploitant ou au fournisseur de préciser ces coefficients et les conditions dans lesquelles ces coefficients ont été établis.

### **Exemple**

Le calcul réalisé à partir de la grille maïs (cf. annexe 6) donne un besoin en azote efficace de 85 kg / ha pour le maïs à implanter dans l'ilot N°3.

Le souhait est d'apporter cet azote sous la forme d'engrais starter (18 kgN efficace / ha, soit 100 kg / ha de 18/46) et de lisier de bovin dont la teneur est de 3,2 kg N / m<sup>3</sup>.

Selon le tableau des coefficients d'équivalence-engrais (annexe 11), le lisier de bovin sur maïs a un coefficient de 0,5.

La quantité d'azote efficace à apporter par le lisier est donc de :

$$85 \text{ kgN efficace (besoin total)} - 18 \text{ kgN efficace (starter)} = 67 \text{ kgN efficace}$$

Application du coefficient d'équivalence engrais :

$$67 / 0,5 = 134 \text{ kg N total}$$

Volume de lisier à apporter :

$$134 \text{ kgN tot} / 3,2 \text{ kgN} / \text{m}^3 = 42 \text{ m}^3 / \text{ha}.$$

# 11-2 Tableau des coefficients d'équivalence engrais des Produits Résiduaires Organiques (PRO)

Tableau validé par le GREN - version mars 2013

Nature du produit et type selon directive nitrate IV	Céréales, lin	Maïs drageon chanvre	Colza	Prairies	Epinards	Haricots	PDT hors primeur	Choux & poireaux automne & hiver	Cultures légumières à cycle court (PDT primeur, brocoli...)				
	Période d'apport												
	Aut.	Print.	Print.	Fin été	Print.	Print.	Print.	Été	Print.	Print.	Été	Print.	Été
Type I : Fumier de bovin	0.1	0.15	0.25	0.2	0.15	0.1	0.2	0.2	0.2	0.25	0.2	0.1	0.2
Type I : Compost de fumier de bovin moins de 3 mois	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1
Type I : Compost de fumier de bovin plus de 3 mois	0.05	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1
Type II : Lisier de bovin		0.45	0.5	0.45	0.45	0.55	0.4	0.45	0.45	0.45	0.45	0.4	0.45
Type II : Lisier de veau		0.6	0.7	0.65	0.6	0.65	0.6	0.65	0.6	0.65	0.7	0.6	0.7
Type II : Lisier de porc ( et digestat brut de méthanisation agricole)		0.6	0.7	0.65	0.6	0.65	0.6	0.65	0.6	0.65	0.7	0.6	0.7
Type I : Fumier de porc et Compost de LP "Guernévez" de moins de 6 mois	0.2	0.3	0.45	0.35	0.35	0.4	0.3	0.35	0.3	0.45	0.4	0.3	0.4
Type I : compost de FP de 6 à 10 mois et compost de LP "Guernévez" de 6 à 10 mois. Compost de LP + DV de 6 à 10 mois et Refus de tamis composté : (Issus de centrif. du LP) : C/N > 8	0.1	0.1	0.25	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.25	0.2	0.1	0.2
Type I : Vieux Compost de FP de plus de 10 mois et Vieux Compost LP "Guernévez" de plus 10 mois et Vieux Compost de LP + DV de plus 10 mois	0.05	0.05	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1
Type I b : Fumier de volaille de moins de 4 mois et Compost de litière de sciure de moins 6 mois		0,45*	0.65	0.55	0,45*	0.5	0.5	0.55	0.5	0.6	0.55	0.45	0.55
type I b : Fumier de volaille de plus de 4 mois		0.35	0.45	0.35	0.3	0.4	0.4	0.35	0.3	0.4	0.35	0.3	0.35
Type II : Fiente de poule humide < 65 % MS		0.45	0.65	0.55	0.5	0.6	0.5	0.55	0.5	0.6	0.55	0.45	0.55
Type I b : Fiente de poule sèche > 65 % MS		0,45*	0.65	0.55	0,55	0.6	0.5	0.55	0.5	0.6	0.55	0.45	0.55
Type I B : Compost de litière de volaille avec paille de moins de 6 mois et Compost de litière de volaille avec sciure de plus de 6 mois		0.3	0.45	0.35	0.3	0.4	0.3	0.35	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4
Type I : Compost de litière de volaille avec paille de 6 à 10 mois et Vieux Compost de litière de volaille avec sciure de plus de 10 mois.	0.1	0.2	0.25	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.25	0.2	0.1	0.2
Type I : Vieux Compost de litière de volaille avec paille de plus de 10 mois	0.05	0.05	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1
Type II : Lisier canard (10-15 % MS)		0,5*	0.65	0.65	0,5*	0.6	0.6	0.65	0.6	0.65	0.65	0.5	0.6
Type II : Effluents de lapin (C/N<8)		0.45	0.6	0.5	0.5	0.6	0.4	0.45	0.55	0.6	0.5	0.4	0.5
Type I : Effluents de lapins (C/N>8), Fumiers de : mouton, caprin, cheval (C/N>8)	0.1	0.1	0.25	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.25	0.2	0.1	0.2
Type II : Boue de STEP ou issue d'IAA à C/N < à 2, riche en NH4, liquide		0.6	0.7	0.6	0.6	0.65	0.6	0.65	0.6	0.65			
Type II : Boue liquide de STEP ou issue d'IAA		0.4	0.5	0.45	0.4	0.55	0.4	0.45	0.45	0.45			
Type II : Boue urbaine pâteuse, chaulée, ou sèche et boue lagunage C/N<8		0.2	0.35	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.25			
Type I : Boue de lagunage (C/N > 8)	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1			
Type I : Algues vertes ramassées sur plages	0.1	0.15	0.25	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.25	0.2	0.1	0.2
Type I : Compost de boue avec DV de 4 à 10 mois (Coef. variable) Type moyen	0.1	0.15	0.25	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.25			
Type I : Vieux Compost de boue avec DV de plus 10 mois	0.05	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1			
Type I : Compost urbain ou de Déchet Vert avec ou sans algues vertes	0.05	0.05	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1
Type II : Effluents IAA d'origine végétale peu chargés	Les coefficients d'azote efficace des effluents IAA doivent être confirmés par le producteur, avec des tests de minéralisation ou résultant de la moyenne de N-NH <sub>4</sub> + N-NO <sub>3</sub> calculée sur un grand nombre d'échantillons.												

DV = Déchet Vert LP = Lisier de porc FP = Fumier de Porc

Noms en caractère gras : références aux champs validées

Noms en caractère normaux : références estimées



Utilisation interdite réglementairement ou cahier des charges filière (CERAFEL)



Utilisation non recommandée

\*

Attention : Produits non incorporés. Perd de l'N par dégagements gazeux et solubilisation pouvant être difficile.

A

Références analyses



Réglementation boue à prendre en compte

# Plan Prévisionnel de Fumure

*Groupe régional d'Expertise Nitrates de Bretagne – version mars 2013*

---

Le PPF doit prendre en compte les éléments relatifs aux rendements prévisionnels précisés au chapitre III, ainsi que tous les postes de l'équation du bilan fournis dans les tableaux et grilles joints dans les **annexes 3 à 11**.

**Toutes les cultures de l'exploitation doivent figurer dans le PPF, y compris celles qui ne sont pas fertilisées.**

Un PPF informatisé est téléchargeable au début de l'année 2013 sur le site Internet de la DRAAF.

Cet outil, correspondant à un tableur de type Excel, permet aux agriculteurs qui le souhaitent de réaliser leurs calculs, de façon didactique et sécurisée.

- Modèle de Plan Prévisionnel de Fumure pour les cultures hors prairies
  
- Modèle de Plan Prévisionnel de Fumure pour les prairies
  
- Tableau "rendement moyen des parcelles de l'exploitation"

## Modèle de Plan Prévisionnel de Fumure pour les cultures hors prairies

			Exemples	
Parcelle ou groupe de parcelles en situation comparable			Ilot n°1	Ilot n°3
Surfaces			SAU=3	SAU=5
			SPE=3	SPE=5
			SPNE=0	SPNE=0
Précédent cultural			Blé	Maïs ensilage
interculture précédente			CIPAN (phacélie)	
Culture pratiquée (1)			Maïs ensilage	Blé
Objectif de rendement			15	75
<b>Besoins</b>	+	Besoins de la culture	195	225
	+	Azote restant dans le sol (non valorisable par la plante)	30	30
	+	total des besoins	225	255
<b>Fournitures d'azote par le sol</b>	-	Quantité d'azote déjà absorbée si semis antérieur au bilan (2)		
	-	Réliquat Sortie Hiver *	10	40
	-	Contribution des retournements de prairie	0	0
	-	Contribution apports organiques des années précédentes	50	35
	-	Contribution des résidus du précédent ou du CIPAN	20	0
	-	Contribution de l'humus du sol et du système de culture	80	60
	-	total fourniture du sol	160	135
<b>Besoins - fournitures</b>	=	<b>Dose d'azote à apporter par ha</b>	<b>65</b>	<b>120</b>
<b>Fumure organique prévue</b>	périodes d'apport envisagée		mars	fev
	superficie concernée		3	5
	nature de l'effluent organique		FB	LP
	teneur en azote		5,5	3,5
	coefficient d'équivalence engrais		0,25	0,7
	quantité (t ou m3) apportée / ha		30	40
	quantité (t ou m3) apportée parcelle		90	200
	quantité d'azote efficace prévue / ha		41	98
quantité totale d'azote efficace prévue / ha		<b>41</b>	<b>98</b>	
<b>Complément fumure minérale à prévoir</b>			<b>24</b>	<b>22</b>
périodes d'apport envisagée			avril - mai	mars
Culture ou CIPAN suivante			Blé	RGI

NB : en cas d'apports par irrigation envisagés indiquer les teneurs en azote correspondantes

(1) en cas d'association avec des légumineuses indiquer le pourcentage de légumineuses (exemple Méteil)

(2) : uniquement pour le colza et dérobées

## Modèle de Plan Prévisionnel de Fumure pour les prairies

	Parcelle ou groupe de parcelles en situation comparable	N llot PAC	
	Surfaces	SAU	
		SPE	
		SPNE	
	Précédent cultural et interculture précédente		
	Type et âge de la prairie (en cas d'association graminées/légumineuses indiquer le pourcentage de légumineuses) et date implantation pour les prairies		
	Objectif de rendement (1)		
<b>Besoins</b>	Besoins de la culture		
<b>Fournitures d'azote par le sol</b>	type d'entretien azoté antérieur		
	pousse estivale		
	fournitures par le sol		
<b>besoins - fournitures</b>	<b>Dose d'azote à apporter par ha = (besoins-fournitures) / 0,7</b>		
<b>Fumure organique prévue</b>	périodes d'apport envisagée		
	superficie concernée		
	nature de l'effluent organique		
	teneur en azote		
	coefficient d'équivalence engrais		
	quantité (t ou m3) apportée / ha		
	quantité (t ou m3) apportée parcelle		
	quantité d'azote efficace prévue / ha		
	quantité totale d'azote efficace prévue / ha		
<b>Complément Fumure minéral à prévoir :</b>			
	périodes d'apport envisagées		
	Culture ou CIPAN suivante		
<b>Exemple</b>			
lilot n°2			
SAU= 1			
SPE=1			
SPNE=0			
RGA			
RGA (3 ans)			
8			
<b>240</b>			
fort			
très bonne			
<b>160</b>			
<b>114</b>			
	mars	sept	
	1	1	
	LP	CFB +3	
	4	3,8	
	0,65	0,1	
	20	15	
	20	15	
	52	5,7	
	57,7		
<b>57</b>			
avril-mai			
RGA			

NB : en cas d'apports par irrigation envisagés indiquer les teneurs en azote correspondantes

(1) rendement moyen calculé à partir du bilan fourrager simplifié de l'exploitation (cf grille prairie annexe 8)

## RENDEMENT MOYEN DES PARCELLES DE L'EXPLOITATION

Ce tableau est établi afin **de conforter les objectifs de rendements** retenus par parcelle. Il permet d'évaluer le potentiel de rendement de chaque parcelle et de visualiser les variations de rendements entre les différentes parcelles de l'exploitation. Le potentiel de rendement est évalué sur la base de deux critères principaux : **le type de sol et la profondeur**.

Ce tableau constitue le référentiel des rendements utilisés pour l'élaboration du PPF. Il sera joint au PPF et devra être établi au plus tard pour la campagne culturale 2013-2014.

<b>Type de sol</b>	Indiquer le type de sol (sain, légèrement hydromorphe ou hydromorphe)
--------------------	---

<b>Profondeur de sol</b>	Sol profond:	sols de plus de 60 cm avec 3 horizons distincts
	Moyen	sols de 30 à 60 cm avec 2 horizons distincts
	Superficiel	sol au plus de 30 cm de profondeur

<b>Rendement moyen (1)</b>	Il est calculé prioritairement sur la base des valeurs constatées sur l'exploitation pour la culture ou la prairie considérée et, si possible, pour des conditions comparables de sol. Le calcul est réalisé sur la base des 5 derniers rendements de l'exploitation, desquels les deux extrêmes sont retirés. On obtient un rendement moyen sur les trois valeurs restantes. A partir de l'estimation de ce rendement moyen des parcelles de l'ensemble de l'exploitation, il convient ensuite de le moduler selon la productivité de chacune d'entre elles.
----------------------------	---

<b>Exemple</b>	J'ai observé sur la parcelle les rendements en blé suivants: 80 qx, 72, 70, 65, 82. On enlève les deux extrêmes : 65 et 82 qx. La moyenne sera donc de : $(72 + 70 + 80) / 3 = 74$ quintaux  Si pour une parcelle de même type, je n'ai pas de référence, je peux utiliser cette référence de 74 qx.
----------------	--

<b>Ilots PAC (2)</b>	1	1								
<b>Sous parcellaires</b>	Champ du bas	Champ du haut								
<b>Surface</b>	2,5	3								
<b>Type de sol</b>										
<b>Profondeur du sol</b>										

<b>Rendement moyen observé sur la parcelle ou sur une parcelle de même typologie</b>	<b>Maïs ensilage</b>	12	14							
	<b>Maïs grain</b>									
	<b>Blé</b>	70	78							
	<b>Triticale</b>									
	<b>Orge</b>									
	<b>Colza</b>	35	32							
	<b>Prairie temporaire</b>	8	7							

(1) Il ne s'agit pas ici d'estimer un rendement potentiellement atteignable les bonnes années, mais bien d'indiquer un rendement moyen réaliste

(2) Ilot PAC : vous pouvez regrouper des ilots PAC de caractéristiques identiques dès lors que ceux-ci ont des surfaces inférieures à 1 ha. Dans ce cas la case à renseigner comportera la liste des ilots concernés ( ilots 1 et 5 par exemple)

# Glossaire

*validé par le GREN de Bretagne – version mars 2013*

## ABRÉVIATIONS

**CAU** : Coefficient Apparent d'Utilisation de l'engrais

**CIPAN** : Culture Intermédiaire Piège à Nitrates

**CIVE** : Culture Intermédiaire à Vocation Energétique

**COMIFER** : Comité Français d'étude et de développement de la fertilisation raisonnée

**CORPEN** : Comité d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement

**DRAAF** : Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Forêt

**GREN** : Groupe Régional d'Expertise Nitrates

**JPP** : journée de présence au pâturage

**MS** : Matière Sèche

**N** : azote

**OM** : ordures ménagères (Compost)

**PPAM** : Plantes à Parfum, Aromatiques et Médicinales

**PPF** : Plan Prévisionnel de Fumure

**PRO** : Produits Résiduaire Organiques

**RMP** : Rendement Moyen des Prairies

**RSH** : Reliquat Sortie Hiver

**SAU** : Surface Agricole Utile

**SPE** : Surface Potentiellement Ependable

**SPNE** : Surface Potentiellement Non Ependable

**UGB** : Unité Gros Bétail

**VL** : vache laitière

## DÉFINITIONS

**Azote équivalent engrais minéral** : somme de l'azote présent dans un fertilisant azoté sous forme minérale et de l'azote sous forme organique minéralisable pendant le temps de présence de la culture en place ou de la culture implantée à la suite de l'apport.

**Coefficient Apparent d'Utilisation de l'engrais (CAU)** : représente la part de l'azote apportée à la prairie qui est apparemment absorbée par l'herbe (par rapport à l'herbe sans engrais).

**Coefficient d'équivalence engrais** : représente le rapport entre la quantité d'azote apportée par un engrais minéral et la quantité d'azote total apportée par le fertilisant organique permettant la même absorption d'azote que l'engrais minéral. Il est différent selon qu'il est calculé pour l'ensemble du cycle cultural ou uniquement pour une partie de ce cycle.

**Culture dérobée** : culture présente entre deux cultures principales, dont la production est exportée ou pâturée.

**Dose d'azote** : quantité d'azote équivalent-engrais minéral disponible pour la culture pendant son cycle cultural (azote efficace).

**Dose pivot** : dose à partir de laquelle on peut faire des ajustements en plus ou en moins ( $\pm Y$ ). Y peut donc diminuer ou augmenter suivant les conditions (climat, variété, sol ...). Une dose pivot s'accompagne de règles d'ajustement.

**Dose plafond** : dose maximale issue de références tirées d'expérimentation au champ, à ne pas dépasser. Elle laisse le libre choix d'épandre des doses plus faibles.

**Entretien azoté antérieur** : correspond, dans le cas des prairies, aux arrières effets des apports de matières organiques des années précédentes et est lié à deux principaux facteurs : le niveau de pression au pâturage exprimé en UGB JPP et au niveau d'apport d'effluents d'élevage.

## TERMES UTILISÉS DANS LES ÉQUATIONS DU BILAN

**Fs** : contribution des légumineuses.

**Mha** : fournitures d'azote par les amendements organiques des années précédentes.

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

**Mhs** : contribution de l'humus du sol et du système de culture.

**Mr ou Mrci** : Minéralisation nette de résidus de récolte ou des CIPAN après destruction.

**Nexp** : quantité d'azote exporté.

**Nrest** : effet direct des restitutions au pâturage de l'année.

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

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

**Rf** : Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan (azote dans le sol non valorisable).

**Ri** : Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (azote mesuré via le réseau régional des Reliquats Sortie Hiver (RSH)).

**X** : apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse. Il correspond à la dose d'N minéral.

**Xa** : équivalence engrais azoté des effluents organiques apportés, disponible pour la culture.