

Annexe 2.7 :

Fertilisation des PRAIRIES

Méthode bilan avec CAU

Cette fiche concerne tous les départements de la région Nouvelle-Aquitaine

Équation bilan retenue

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

$$X = [(Pf - Mh - Nrest - Fs) / CAU] - Xa$$

$$X = [(Pf - Po) / CAU] - Xa$$

X : Fertilisation azotée minérale

Pf : Quantité d'azote absorbé par la prairie jusqu'à la récolte

Mh : Fourniture d'azote minéral par le sol

Nrest : Contribution directe des restitutions azotées au pâturage de l'année

Fs : Fixation symbiotique des légumineuses prairiales

Po : Fournitures globales d'azote minéral par le sol (kgN/ha). **Po = Mh + Nrest + Fs**

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

CAU : Coefficient apparent d'utilisation de l'azote

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

Le calcul des besoins de la culture est donné par la formule :

$$Pf = MS \times \%N$$

a) Objectif de production (MS)

L'objectif de production est exprimé en tonnes de matière sèche par hectare (tMS/ha). Le calcul de l'objectif de production peut se faire selon deux approches :

1) *Approche globale à partir de la valorisation moyenne de l'herbe de l'exploitation à l'échelle de l'année :*

$$MS = \left(\text{Nombre d'UGB}^1 \times \frac{\text{besoins MS}}{\text{UGB / an}} \right) - \text{achats de fourrages} \pm \text{variation de stocks} - \text{consommation de maïs ensilage et autres}$$

Les besoins de matière sèche par UGB et par an sont fixés à **5 tMS/UGB**.

¹UGB: Unité gros bétail

2) **Sinon, approche parcellaire par les niveaux de production accessible à l'échelle de l'année ou de la saison. Les références à utiliser sont les suivantes :**

		Excès d'eau hivernal				
		Nul		Moyen		Fort
Pousse estivale	Forte	Pâture 10 tMS	Fauche + pâture 11 tMS	Pâture 9 tMS	Fauche + pâture 10 tMS	Fauche (+ pâture) 7 tMS
	Ralentie	Pâture 8 tMS	Fauche + pâture 9 tMS	Pâture 7 tMS	Fauche + pâture 8 tMS	Foin (+ pâture) 6 tMS
	Très faible à nulle	Pâture 6 tMS	Fauche + pâture 7 tMS	Pâture 5 tMS	Fauche + pâture 6 tMS	Foin (+ pâture) 4 tMS

Source: COMIFER

b) Teneur en azote de l'herbe (%N)

La teneur en azote de l'herbe tient compte du mode d'exploitation dominant de la prairie :

Mode d'exploitation	%N (kgN/tMS)
Pâturage à rotation rapide (retour toutes les 3 semaines) ou continu	30
Pâturage à rotation lente (retour toutes les 5 semaines)	25
Ensilage	25
Foin précoce et Foin de repousse	20
Foin tardif de 1er cycle	15

Source : COMIFER 2013 – INRA 2007

2. Fourniture globale d'azote minéral du sol ($Po = Mh + Nrest + Fs$)

a) Fourniture d'azote par les sols sous les prairies ($Mh + Nrest$)

Par souci de simplification, les restitutions au pâturage sont intégrées dans les valeurs de fourniture du sol suivantes :

	Pousse estivale très ralentie à nulle	Pousse estivale moyenne	Bonne pousse estivale
Entretien azoté antérieur faible : pas ou peu d'épandage ou pâture extensive ou faible fertilisation N minéral	45	75	90
Situations intermédiaires	65	105	125
Entretien azoté antérieur fort : épandages fréquents ou pâture intensive ou fertilisation N minéral élevée	90	140	160
<i>Fourniture printemps / Fourniture totale</i>	<i>3/4</i>	<i>2/3</i>	<i>1/2 à 2/3</i>

Source : COMIFER

b) Contribution des légumineuses (Fs)

Le tableau suivant donne la quantité d'azote fixé dans la biomasse récoltée pour :

- le trèfle blanc (chiffres en gras) ;
- et les autres légumineuses prairiales (en italique).

Le taux de légumineuses observé en fin de printemps (fin mai à début juillet) donne une bonne indication du taux de légumineuses pondéré annuel.

Rendement annuel	Taux de légumineuses pondéré annuel (%)			
	10	15	20	25
4 tMS	15 - 15	25 - 20	35 - 25	40 - 30
6 tMS	25 - 20	35 - 30	50 - 40	60 - 50
8 tMS	30 - 25	50 - 40	65 - 50	80 - 65
10 tMS	40 - 30	60 - 50	80 - 60	100 - 80

Source COMIFER

Si les légumineuses représentent moins de 10 %, l'apport d'azote par fixation peut être négligé.

En cas d'apport en début de saison (c'est-à-dire en sortie d'hiver / début de printemps), limiter cet apport dans tous les cas à **50 kgN/ha**, en azote efficace, tous types d'apports confondus.

Si les légumineuses représentent plus de 25 % au printemps, le transfert d'azote vers les graminées suffit pour satisfaire la totalité des besoins en azote de la prairie (source COMIFER). **L'apport d'engrais azoté (fertilisants organiques et minéraux) est alors inutile : aucun apport n'est autorisé.**

3. Coefficient apparent d'utilisation (CAU)

Le coefficient apparent d'utilisation de l'engrais par la culture (**CAU**) permet de corriger la dose à apporter en estimant l'efficacité réelle de l'engrais apporté.

Pour les prairies, **CAU = 0,7**.

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

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

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

Avec :

Npro : Teneur en azote total du produit (kgN/t ou kgN/m³)

Q : Volume ou masse de produit épandu par hectare (t/ha ou m³/ha)

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

Keq est le coefficient d'équivalence azote minéral pour un apport d'azote organique. Selon le cas, l'apport peut être soit de fin d'été, soit d'automne, soit de printemps (cf. annexe 5).

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

Les coefficients d'équivalence sont également définis dans l'annexe 5.

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

5. Plafonnement de la dose pour les prairies permanentes

L'arrêté du 19 décembre 2011 modifié relatif au programme d'actions national plafonne les apports de certains fertilisants azotés organiques sur les prairies permanentes à compter du 1^{er} septembre. Ce plafond est exprimé en azote libéré jusqu'en sortie d'hiver (APLSH).

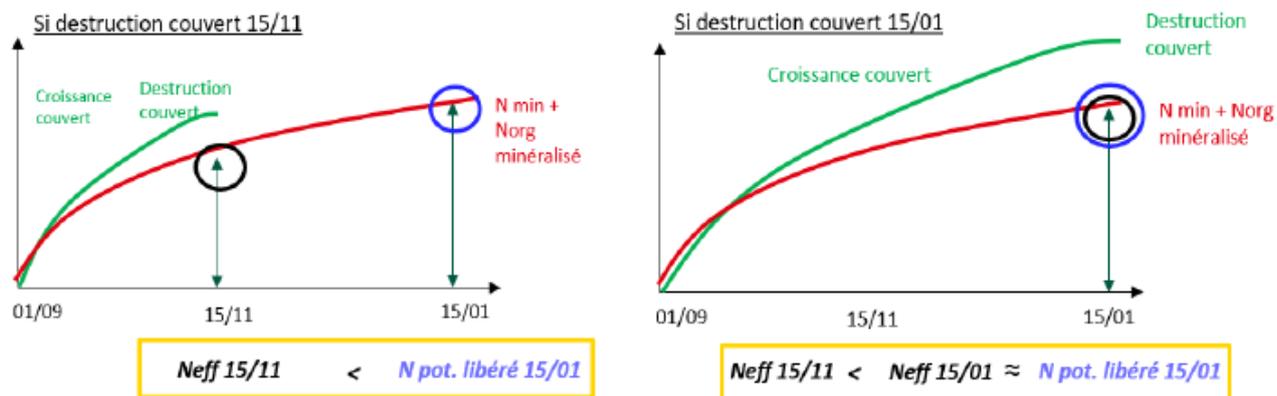
L'APLSH permet de quantifier l'azote minéral présent dans le sol à la suite d'un apport réalisé entre la récolte en été et la sortie d'hiver. La sortie d'hiver est fixée au 15 janvier, selon le rapport final 2024 de l'étude

COMIFER « évaluation de l'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver par les fertilisants organiques ». L'APLSH peut s'exprimer de la façon suivante :

$$\text{APLSH} = \text{azote présent dans un fertilisant azoté sous forme minérale} + \text{azote présent sous forme organique minéralisable jusqu'à la sortie de l'hiver}$$

En période automne-hiver et en présence d'un couvert, l'azote potentiellement libéré en sortie d'hiver peut s'assimiler à de l'azote efficace selon les conditions du milieu.

Le schéma suivant illustre la variation d'azote libéré jusqu'en sortie d'hiver, comparé à l'azote efficace. Dans cet exemple, un apport de matière organique a été réalisé à l'implantation du couvert ou de la prairie, et le couvert ou la prairie a été détruit(e) au 15 novembre (schéma de gauche) ou au 15 janvier (schéma de droite).



Source : APCA/MASA, novembre 2021

Les tableaux suivants précisent les valeurs maximales de produit résiduaire organique (PRO) épandables à ne pas dépasser, exprimées en quantité de produit brut par PRO (t/ha ou m³/ha) et selon la période d'apport, pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié exprimés en APLSH. Dans certains cas, les tableaux indiquent la nécessité de calculer la dose prévisionnelle dans le respect du plafond du programme d'actions régional.

Lorsque le PRO n'est pas référencé, un tableau spécifique permet de calculer les valeurs maximales à ne pas dépasser en quantité de produit brut par période d'apport, en fonction des caractéristiques du PRO, pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié. Les caractéristiques du PRO à connaître dans ce cas sont :

- le ratio de la concentration en carbone sur la concentration en azote (C/N) du PRO
- le ratio de la concentration en azote minéral sur la concentration en azote totale (N_{min}/N_{tot}) du PRO
- la teneur en azote total du PRO.

a) **Valeurs maximales à ne pas dépasser par produit résiduaire organique dans la période d'apport du 01/09 au 15/11 (ou du 01/09 au 30/09 en zone ouest)**

Tableau 1 : quantité maximale de produit brut épandable à ne pas dépasser pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié, par PRO dans la période d'apport du 01/09 au 15/11 (ou du 01/09 au 30/09 en zone ouest) ^{2 3}

La quantité maximale de produit brut indiquée concerne chaque produit s'il est utilisé seul. **Si plusieurs produits sont utilisés, les quantités maximales applicables ne se cumulent pas.** En cas de mélange, il faut se référer au tableau 2 des produits non référencés.

Types de PRO		Teneur en azote total (kgN / t ou m3 de produit brut)	Quantité MAXIMALE produit brut (t/ha ou m3/ha) respect plafond PAN Période d'apport 01/09 - 15/11 (zone Ouest 01/09 - 30/09)
Compost de déchets verts	Compost de déchets verts de plus de 6 mois	10	18
	Compost de déchets verts de moins de 6 mois	10	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle
Digestats de méthanisation agricole	Digestats bruts	6	18
	Fraction liquide après séparation de phase	5,2	21
	Fraction sèche après séparation de phase	2	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle
Boues de stations d'épuration de papeterie	Boues mixtes papetières 20<C/N<35	2,8	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle
	Boues mixtes papetières	1,6	
	Boues de désencrage 40<C/N<70	1,6	
Compost de fumier de porcs de LP + paille (Guernevez)	Compost de fumier de porcs jeune (moins de 6 mois)	6,7	35
	Compost de fumier de porcs âgé (de 6 à 10 mois)	6,7	35

² Sources : rapport final 2024 de l'étude COMIFER « évaluation de l'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver par les fertilisants organiques » et GREN

³ Les quantités maximales de produit brut indiquées dans le tableau sont arrondies à l'unité la plus proche

Types de PRO		Teneur en azote total (kgN / t ou m3 de produit brut)	Quantité MAXIMALE produit brut (t/ha ou m3/ha) respect plafond PAN Période d'apport 01/09 - 15/11 (zone Ouest 01/09 - 30/09)
Fumier de porcs		8	22
Fumier de bovins	Fumier de bovin pailleux de litière accumulée	5,8	27
	Fumier de bovin décomposé d'étable animaux entravés	5,3	38
Fientes de volaille avec litière		25	7
Compost de fumiers de bovins	Composts de fumiers de bovins jeune de moins de 6 mois	6,3	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle
	Composts de fumiers de bovins vieux de plus de 6 mois	6,5	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle
Fientes de volaille	Fientes de volaille séchées (80%MS)	40	4
	Fientes de volailles 60 % MS	24	6
Lisier de porc mixte		3,5	27
Lisier de bovins	Lisier de bovins non dilué	4,5	26

b) Valeurs maximales à ne pas dépasser dans la période d'apport du 01/09 au 15/11 (ou du 01/09 au 30/09 en zone ouest) pour les produits résiduaux organiques non listés dans la partie 1

Lorsque le PRO n'est pas référencé dans le tableau 1, le tableau 2 ci-dessous permet de calculer les valeurs maximales à ne pas dépasser en quantité de produit brut (t/ha ou m³/ha) dans la période d'apport du 01/09 au 15/11, en fonction des caractéristiques du PRO utilisé, pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié. Les caractéristiques du PRO à connaître dans ce cas sont :

- le ratio de la concentration en carbone sur la concentration en azote (C/N)
- le ratio de la concentration en azote minéral sur la concentration en azote totale (N_{min}/N_{tot}) du PRO
- la teneur en azote total du PRO.

Tableau 2 : calcul à réaliser pour connaître la quantité maximale de produit brut épanachable à ne pas dépasser pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié, en fonction des caractéristiques du PRO dans la période d'apport du 01/09 au 15/11 (ou du 01/09 au 30/09 en zone ouest) ^{4 5}

La quantité maximale de produit brut indiquée concerne chaque produit s'il est utilisé seul. **Si plusieurs produits sont utilisés, les quantités maximales applicables ne se cumulent pas.**

Types de PRO	Classe C/N	Classe Nmin/Ntot (%)	Dose MAXIMALE Ntot (kgN/ha) respect plafond PAN Période d'apport 01/09- 15/11 (zone Ouest 01/09 - 30/09)	Quantité MAXIMALE produit brut (t/ha ou m3/ha) respect plafond PAN Période d'apport 01/09 - 15/11 (zone Ouest 01/09 - 30/09)
PRO non référencés dans le tableau 1	<=8	<=20	140	Calculer : dose maximum Ntot / teneur en azote total du PRO
	<=8	>40	100	
	>8 ; <=10	<=20	175	
	>8 ; <=10	>40	117	
	>10 ; <=20	>20 ; <=40	175	
	>10 ; <=20	>40	117	
	>10 ; <=20	<=20	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épanchée est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle	
	>20	<=20		

⁴ Sources : rapport final 2024 de l'étude COMIFER « Évaluation de l'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver par les fertilisants organiques » et GREN

⁵ Les doses maximales Ntot indiquées dans le tableau sont arrondies à l'unité la plus proche

c) Ajustement de la quantité maximale de produit brut à ne pas dépasser par période selon la teneur en azote totale exacte du produit

La conversion des valeurs d'APLSH en quantité maximale de produit brut a été faite sur la base de teneurs en azote total de référence (*Source : guide « Calcul de la fertilisation azotée », COMIFER, édition 2013*).

Si la teneur en azote totale du PRO utilisé est connue, il est possible d'ajuster les valeurs des deux colonnes « quantité maximale produit brut », du tableau 1 « quantité maximale de produit brut épandable à ne pas dépasser pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié, par PRO et selon la période d'apport ».

Cet ajustement est possible en utilisant la formule suivante :

$$Q_{\text{pro ajustée}} = \frac{Q_{\text{pro tableau1}} \times N_{\text{pro analysé}}}{N_{\text{pro tableau}}}$$

Avec :

Q_{pro} : Quantité maximale de produit brut (en t/ha ou m³/ha)

N_{pro} : Teneur en azote total du produit (en kgN/t ou kgN/m³ de produit brut)

d) Cas particulier : apport d'effluents de type II peu chargés pendant la période d'interdiction

L'arrêté du 19 décembre 2011 modifié autorise l'épandage dans la période d'interdiction d'effluents de type II peu chargés sur prairies entre le 15 novembre et le 15 janvier, dans la limite d'un plafond à respecter exprimé en APLSH. Le programme d'actions régional « nitrates » prévoit la situation en zone ouest entre le 15 octobre et le 31 janvier.

Les effluents peu chargés sont définis dans l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié comme les effluents issus d'un traitement d'effluents bruts et ayant une quantité d'azote inférieure à 0,5 kg/m³. Aucun des produits référencés dans le tableau 1 n'est un effluent de type II peu chargé.

Le tableau 3 ci-dessous permet de calculer les valeurs maximales à ne pas dépasser en quantité de produit brut (t/ha ou m³/ha), en fonction des caractéristiques du PRO utilisé, pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié. Les caractéristiques du PRO à connaître dans ce cas sont :

- le ratio de la concentration en carbone sur la concentration en azote (C/N)
- le ratio de la concentration en azote minéral sur la concentration en azote totale ($N_{\text{min}}/N_{\text{tot}}$) du PRO
- la teneur en azote total du PRO.

Tableau 3 : calcul à réaliser pour connaître la quantité maximale de produit brut épannable à ne pas dépasser pour respecter les plafonds de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié, en fonction des caractéristiques du PRO pour les apports à compter du 15/11 jusqu'au 15/01 (zone Ouest : apports période du 01/10 au 31/01) ^{6 7}

La quantité maximale de produit brut indiquée concerne chaque produit s'il est utilisé seul. **Si plusieurs produits sont utilisés, les quantités maximales applicables ne se cumulent pas.**

Types de PRO	Classe C/N	Classe Nmin/Ntot (%)	Dose MAXIMALE Ntot (kgN/ha) respect plafond PAN Période d'apport 15/11 - 15/01 (zone Ouest entre 01/10 - 31/01)	Quantité MAXIMALE produit brut (t/ha ou m3/ha) respect plafond PAN Période d'apport 15/11 - 15/01 (zone Ouest entre 01/10 - 31/01)
	<=8	<=20	50	Calculer : dose maximum Ntot / teneur en azote total du PRO
	<=8	>40	29	
	>8 ; <=10	<=20	67	
	>8 ; <=10	>40	36	
	>10 ; <=20	>20 ; <=40	57	
	>10 ; <=20	>40	36	
	>10 ; <=20	<=20	La minéralisation étant particulièrement faible pour ce produit, la quantité maximale de produit brut qui peut être épandue est celle issue du calcul de la dose prévisionnelle	
>20	<=20			

⁶ Sources : rapport final 2024 de l'étude COMIFER « Évaluation de l'azote potentiellement libéré jusqu'en sortie d'hiver par les fertilisants organiques » et GREN

⁷ Les doses maximales Ntot indiquées dans le tableau sont arrondies à l'unité la plus proche