

## F9.1 - Principes de base

La conduite de la fertilisation en exploitation d'élevage passe par de multiples étapes.

Pour produire des cultures en quantité et de qualité répondant aux besoins de leur système de production, les éleveurs doivent :

- mobiliser les connaissances fondamentales issues de la recherche et de l'expérimentation, obtenues dans un cadre scientifique rigoureux (les structures de développement ont pour rôle de les diffuser),
- faire appel à des outils et méthodes variés afin d'opérer les bons choix,
- adapter leurs pratiques à un contexte évolutif : réglementaire, climatique, technico-économique et environnemental.

La gestion des pratiques de fertilisation doit se faire dans le respect des sols, et doit permettre d'obtenir les résultats attendus d'un point de vue quantitatif (rendements, fourrage suffisant pour nourrir les animaux) et qualitatif (fourrage équilibré et adapté aux besoins du troupeau). Ces principes sont tout aussi valables dans les systèmes de cultures de vente qui se développent dans les régions d'élevage.



Les fiches fertilisation sont proposées par la  
Chambre d'Agriculture de l'Aveyron  
Mission Agronomie

Carrefour de l'agriculture - 12026 Rodez cedex 9

Tel : 05 65 73 79 00

Mail : [accueil@aveyron.chambagri.fr](mailto:accueil@aveyron.chambagri.fr)

Contact : Muriel SIX - Conseillère Agronomie - Tel : 05 65 45 13 17



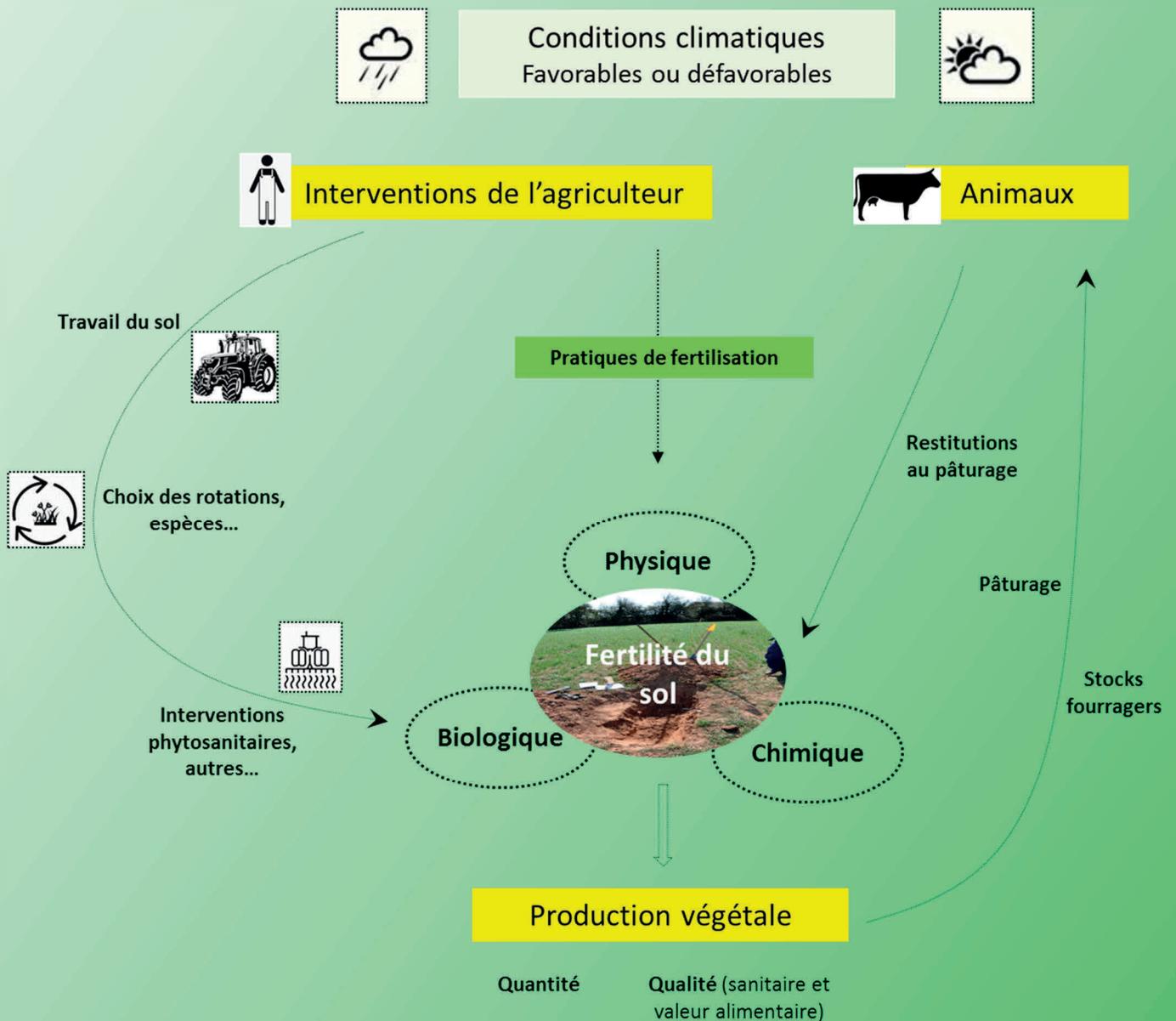
AGRICULTURES  
& TERRITOIRES  
CHAMBRE D'AGRICULTURE  
AVEYRON

## F9.1 - Principes de base



### La fertilisation, un facteur de production à resituer dans tout un contexte

On se rend compte, en mettant à plat tous les facteurs de production, et en regardant les choses de manière globale, que la fertilisation fait partie d'un ensemble et n'est pas forcément le facteur le plus limitant. Pour qu'elle soit bénéfique et afin d'obtenir les effets escomptés, il convient de s'assurer que tous les autres paramètres sont maîtrisés, et que les interventions se font dans des conditions agronomiques favorables, notamment en matière de fonctionnement du sol.



## F9.2 - Fertilisation azotée : méthode du bilan



### Comprendre la méthode du bilan azote



#### D'où ça vient ?

La méthode dite du bilan azote, initiée il y a une trentaine d'années par le Comifer, repose sur une équation qui doit être à l'équilibre. Elle a été reprise par Arvalis Institut du Végétal, pour déterminer la dose d'azote à apporter aux céréales et aux maïs. Cette méthode a également été adaptée pour les prairies et bien d'autres cultures (colza, tournesol...).

#### A quoi ça sert ?

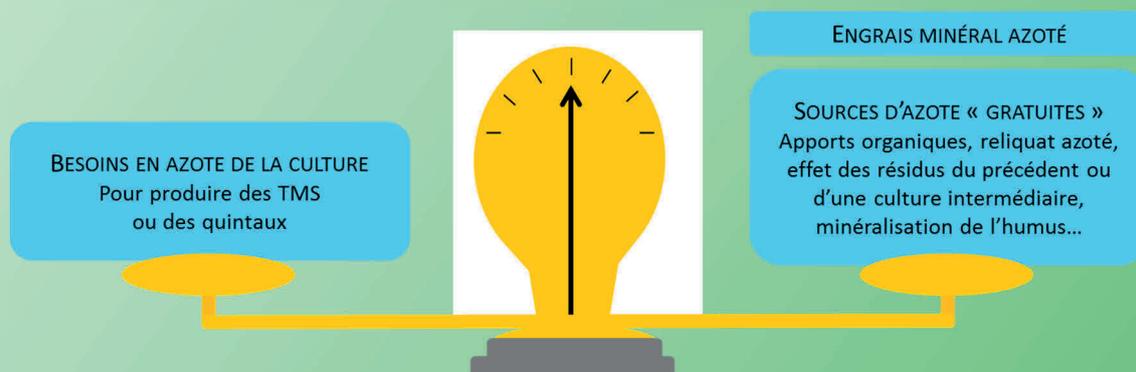
La méthode du bilan azote permet de déterminer la dose prévisionnelle totale d'azote à apporter sur les cultures annuelles et les prairies. Elle peut aussi s'utiliser *a posteriori*, pour vérifier si la quantité d'azote apportée sur les cultures est pertinente.

#### Quand l'utiliser ?

Elle s'utilise en prévision (juste avant la reprise de végétation des cultures), pour déterminer notamment, en système conventionnel, la part d'engrais minéral à apporter en complément des apports organiques, s'il y en a eu. En Zone Vulnérable, il est obligatoire de passer par cette méthode de calcul pour réaliser les prévisionnels de fumure.

#### Représentation de la méthode : une balance à l'équilibre

Le principal objectif est d'estimer les fournitures d'azote pour une parcelle donnée, en accord avec les besoins de la culture.



### Utiliser la méthode du bilan

#### Étape 1 : déterminer les besoins de la culture

Il s'agit surtout **d'évaluer un rendement prévisionnel moyen et raisonnable pour la parcelle**. Pour cela, il est important d'enregistrer chaque année les rendements obtenus, par exemple dans le cahier d'épandage. En système d'élevage, où la plupart des productions sont auto-consommées, cela implique d'évaluer les stocks (céréales, ensilage, foin...) et, pour les prairies, les quantités prélevées au pâturage.

L'objectif de rendement/hectare est ensuite multiplié par un besoin unitaire (unités d'N/ quintal ou TMS), qui dépend de l'espèce cultivée, de son mode d'exploitation, voire des variétés pour les blés.

Exemple :  
 Triticale à 60 q/ha  
 Besoins =  $60 \times 2,6^* = 156 \text{ UN/ha}$   
 \*2,6 est le besoin unitaire du triticale

## F9.2 - Fertilisation azotée : méthode du bilan



### Étape 2 : estimer les fournitures d'azote hors engrais minéral et organique

Les sources d'azote naturelles et gratuites sont nombreuses. Des références régionales permettent de connaître leurs valeurs. Ce sont le reliquat azote (il existe une méthode de calcul théorique pour l'évaluer ou bien il peut être mesuré directement dans le sol), la minéralisation du sol, l'effet du précédent, l'effet d'une culture intermédiaire.

Exemple :

Une des sources d'azote est l'effet du précédent prairie. Une céréale semée juste derrière une prairie de graminées et légumineuses âgée de 4 à 5 ans bénéficie de 50 UN/ha, libérées après destruction de la prairie.

### Étape 3 : calculer l'azote restant à apporter

La différence entre besoins et fournitures d'azote donne la dose restante à apporter sous forme organique, minérale, ou bien les deux.

Pour finaliser le calcul, en fonction de la culture, du contexte parcellaire (enracinement, état du sol...) et/ou du stade auquel on compte amener cet azote, on applique un Coefficient Apparent d'Utilisation (CAU).

Exemple :

Pour une prairie, le CAU est de 0,7. Si la dose du bilan est de 100 UN/ha, il faudra en réalité apporter  $100 / 0,7 = 143$  UN/ha pour être sûr que la plante sera bien en mesure d'absorber les 100 UN nécessaires.

## Des adaptations selon les cultures

Les paramètres de la méthode du bilan, en particulier ceux permettant de calculer les fournitures d'azote, ne sont pas les mêmes d'une culture à l'autre.

#### Céréales et maïs

Paramètre reliquat d'azote : en sortie d'hiver pour la céréale, au semis pour le maïs



#### Prairies

La notion de reliquat n'existe pas, par contre il faut tenir compte du paramètre restitution des animaux au pâturage et du paramètre « azote issu des légumineuses » pour les prairies qui en contiennent.

## Où trouver les références et les modèles de calcul ?



- Les références utilisées pour réaliser l'ensemble des calculs sont issues d'un travail de mise en commun effectué sur l'ex-région Midi-Pyrénées. Elles sont intégrées dans la base de données de l'outil informatique Mesp@rcelles.
- L'administration a mis en ligne les annexes de l'Arrêté sur l'équilibre de la fertilisation azotée (pour Midi-Pyrénées) dans lesquelles figurent toutes les références pour effectuer les calculs : [http://draaf.occitanie.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/20151221\\_ap\\_ref-azote\\_annexes-1-17-final\\_cle082316.pdf](http://draaf.occitanie.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/20151221_ap_ref-azote_annexes-1-17-final_cle082316.pdf)
- Des fiches techniques régionales pouvant servir de modèle de prévisionnel de fumure, ont également repris la méthode et les références : <https://occitanie.chambre-agriculture.fr/publications/toutes-les-publications/la-publication-en-detail/actualites/raisonner-sa-fertilisation-azotee-en-18-fiches-edition-2014/>

Ces liens internet sont susceptibles d'évoluer quand de nouveaux textes paraîtront.

## F9.3 - Fertilisation azotée des céréales



### Stades d'apport et fractionnement : les clés de la réussite

La première étape consiste à **déterminer la dose totale d'azote à apporter**. En Zone Vulnérable, il est obligatoire de passer par la méthode du bilan azote (cf fiche n°9.2). Hors obligation de tenir un plan prévisionnel de fumure (PPF), il est aussi possible de se référer aux cas-types (doses repères d'azote minéral présentées ci-dessous), pour se sécuriser ou améliorer ses pratiques.

La dose à apporter sera couverte :

- **Par un éventuel apport organique**, idéalement du fumier ou un jeune compost au semis. On peut aussi apporter un lisier correctement dosé en azote juste avant le début de la montaison.
- **Par un apport minéral** (ou engrais azoté autorisé en AB) généralement réparti sur la phase montaison.

**Toute la réussite de cette conduite azotée repose sur le bon choix des stades d'apport et la façon de fractionner l'azote minéral, selon l'objectif de production et la qualité recherchée (protéines).**

## Spécificité des céréales : deux objectifs recherchés

### Produire suffisamment de grains

Le nombre de grains dépend :

- du nombre d'épis, donc du nombre de pieds, du tallage et de la capacité des talles à monter en épis,
- du nombre de grains par épi (lié à la qualité de la fécondation des fleurs et à la formation des grains).

L'alimentation en azote de la plante est un facteur important dans la bonne mise en place de ces composantes : elle joue sur le nombre de talles, le nombre d'épis et le nombre de grains par épi. D'autres facteurs interviennent également : climat, état sanitaire, autres éléments fertilisants, enracinement...

**Attention !** Ces composantes s'équilibrent entre elles et obéissent à des effets de compensation : des talles en excès ne donneront pas tous un épi, trop d'épis aura pour conséquence moins de grains par épi.

La production de paille est directement liée à celle du grain : plus le rendement grain est élevé, plus on aura de paille.

### Obtenir assez de protéines

La richesse en protéines d'une céréale est certes liée à un facteur génétique, mais elle sera aussi déterminée par la façon de fractionner l'apport azoté.

Lors des années à très bon rendement, le taux de protéines est généralement bas (effet dilution).



**Une céréale, ce n'est pas de l'herbe : on veut faire des épis, pas des feuilles. On ne devrait jamais amener en même temps de l'azote pour une prairie et pour une céréale !**

## Cas-types : doses repères d'azote minéral à apporter par hectare

	Sol Ségala moyen à profond, vallées			Sol montagne, Lévezou, haut Ségala		
	Objectif rendement	Avec fumier au semis	Sans apport organique	Objectif rendement	Avec fumier au semis	Sans apport organique
Céréale intensive, précédent maïs ou prairie	70 q/ha	80 UN	110 UN	65 q/ha	75 UN	105 UN
Céréale intensive, 2 <sup>ème</sup> paille	70 q/ha	110 UN	140 UN	65 q/ha	100 UN	130 UN
Céréale économe, précédent maïs ou prairies	55 q/ha	50 UN	80 UN	50 q/ha	50 UN	80 UN
Céréale économe, 2 <sup>ème</sup> paille	55 q/ha	80 UN	110 UN	50 q/ha	75 UN	105 UN

### Quelques éléments à connaître sur les cas-types :

- Ces recommandations concernent les années moyennes, mais il y a des « effets année », qui peuvent faire varier ces valeurs.
- La dose peut être guidée par des méthodes spécifiques : bilan azote, N-Tester, estimation ou mesure du reliquat azoté en sortie d'hiver, ou bien encore l'analyse de la valeur des déjections.

## F9.3 - Fertilisation azotée des céréales



### Positionnement et fractionnement de l'azote

#### Dynamique d'absorption de l'azote par une céréale

Le tallage nécessite peu d'azote (moins de 50 UN/ha). Le besoin le plus élevé se situe entre le début montaison (épi 1 cm) et la fin montaison (gonflement). Passé ce stade, les besoins en azote sont très limités et les apports n'agissent plus sur le rendement.



#### Apport pour le tallage : très rarement nécessaire

Comment savoir s'il faut le réaliser ?

##### ∞ Par une estimation du reliquat d'azote minéral présent dans le sol à 3 feuilles

- si le reliquat à 3 feuilles > 60 UN/ha : pas besoin d'apport. Cela représente plus de 90 % des cas de parcelles.

- si le reliquat à 3 feuilles < 60 UN/ha : on réalise un apport à 3 feuilles/tout début de tallage. Dose maximale : 40 UN/ha.

##### ∞ Par une méthode visuelle : la bande « double densité »

Pensez à la faire au moment du semis ! Quand cet emplacement jaunit avant la fin du tallage, on amène les 30 ou 40 UN nécessaires pour aider au tallage.

Quelle que soit la méthode utilisée, attention au respect des périodes d'épandage en Zone Vulnérable, pas forcément compatibles avec cette pratique.

#### Apports courant montaison : les plus efficaces

##### ∞ Repérer le stade « épi 1 cm »

Le stade-clé pour démarrer l'apport d'azote est le stade « épi 1 cm ». Il se repère en coupant le maître brin dans le sens longitudinal : la distance entre le plateau de tallage et la pointe du futur épi doit être de 1 cm.

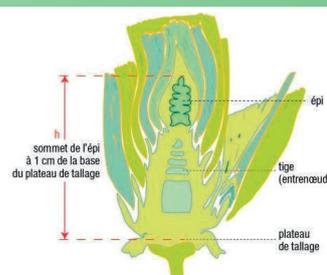


Figure 1 : Coupe longitudinale d'une tige de blé tendre (©gemblooux.ulg.ac.be)

##### ∞ Une stratégie en fonction de la dose :

- Cas 1 : dose à apporter  $\geq 80$  UN/ha, on fractionne l'apport en 2 à 3 fois (généralement on apporte au moins 40 UN par passage). Le premier apport se fait au plus près du stade « épi 1 cm », le ou les suivants sont positionnés avant gonflement.

- Cas 2 : dose à apporter < 80 UN/ha, un seul apport à partir du stade épi 1 cm est possible (sauf si on vise un taux de protéines plus élevé).

#### Comment faire de la protéine ?

On réserve sur la dose totale au moins 30 à 40 UN que l'on vient apporter entre le stade dernière feuille et le gonflement.

### Pour aller plus loin

Articles GTI Magazine\* n°175, 180 et 185 : accompagnement des agriculteurs de la filière Régaloù, essais date et fractionnement d'azote sur le blé. *Le GTI n°175 est disponible sur le site de la Chambre d'Agriculture de l'Aveyron (rubrique Productions et Techniques / Fertilisation et amendements)*

(\*Revue technique chambre d'agriculture 12)

## F9.4 - Fertilisation azotée du maïs



### Une culture pas si gourmande que ça !

La première étape consiste à **déterminer la dose totale d'azote à apporter**. En Zone Vulnérable, il est obligatoire de passer par la méthode du bilan azote (cf fiche n°9.2). Hors obligation de tenir un plan prévisionnel de fumure (PPF), il est aussi possible de se référer aux cas-types (doses repères d'azote minéral présentées ci-dessous), pour se sécuriser ou améliorer ses pratiques.

Dans la majorité des cas cette dose d'azote est apportée sous forme organique (fumier au semis). En conduite conventionnelle, elle peut parfois être complétée par un apport d'engrais minéral azoté.

**En culture de maïs (aussi bien ensilage que grain), pour éviter tout risque de sur-fertilisation, il est important de bien identifier les situations où l'engrais minéral n'est pas nécessaire.**

### Spécificité des maïs : des besoins en azote inférieurs

Le maïs est une plante estivale à cycle court : le potentiel de rendement repose en priorité sur la réussite de son implantation (densité de pieds/m<sup>2</sup>) grâce à une levée rapide et régulière, la chaleur et une bonne alimentation hydrique. L'azote est, bien sûr nécessaire, mais arrive au second plan.

Comparons les besoins en azote par unité de rendement des principales cultures présentes sur le département :

Type de culture	Besoin unitaire / TMS
Maïs ensilage	13 UN
Orge d'hiver	25 UN
Triticale	26 UN
Prairie ensilée	25 UN
Prairie pâturée	30 UN

A quantité de biomasse produite égale, le maïs a besoin de deux fois moins d'azote que la plupart des autres cultures.



### Cas-types : doses repères d'azote minéral à apporter par hectare

	Sol Ségala moyen à profond, vallées			Sol montagne, Lévezou, haut Ségala		
	Objectif rendement	Avec fumier au semis	Sans apport organique	Objectif rendement	Avec fumier au semis	Sans apport organique
Maïs intensif irrigué, précédent prairie	≥ 16 TMS / ha	40 UN	90 UN			
Maïs intensif irrigué, autre précédent	≥ 16 TMS / ha	70 UN	120 UN			
Maïs moyen, précédent prairie	12 TMS / ha	0 UN	50 UN	12 TMS / ha	30 UN	80 UN
Maïs moyen, autre précédent	12 TMS / ha	30 UN	80 UN	12 TMS / ha	55 UN	105 UN

#### Quelques éléments à connaître sur les cas-types :

- Ces recommandations concernent les années moyennes mais il y a des « effets année », qui peuvent faire varier ces valeurs.
- L'adaptation de la dose d'apport évaluée au regard du potentiel de la culture et du comportement du sol, peut être guidée par des méthodes spécifiques : bilan azote, estimation ou mesure du reliquat azoté au semis ou bien analyse de la valeur des déjections.

Les maïs derrière prairie, à potentiel correct (entre 12 et 15 TMS/ha) ne nécessitent pas l'ajout d'un engrais minéral azoté après l'apport organique. C'est également le cas des maïs à faible potentiel (moins de 12 TMS/ha) tous précédents confondus.

## F9.4 - Fertilisation azotée du maïs



### Un cycle qui valorise bien les apports organiques

L'azote d'un apport organique n'est pas valorisé à 100% l'année de l'épandage, la quantité disponible pour la plante est calculé à l'aide d'un coefficient d'efficacité (Kéq). Un apport de fumier au printemps, au semis du maïs, a un bon Kéq.

#### Usages du fumier de bovin : exemples de coefficients d'efficacité (Kéq)

Type d'apport réalisé	Kéq	Équivalent en UN / ha
FB 30T/ha au semis du maïs	0,3	52
FB 30T/ha au semis des céréales	0,10	17
FB 30T/ha en hiver sur prairie	0,25	43,5

FB = Fumier de Bovin, en partant sur une teneur moyenne en N de 5,8 unités/T



30 T/ha de fumier de bovin équivalent à plus de 50 UN efficaces pour le maïs.

### Complément minéral : la valorisation dépend du stade et de l'enfouissement

#### Deux solutions sont possibles :

##### ➤ Apport de l'engrais minéral azoté au semis

Avant le stade 4 feuilles, le Coefficient Apparent d'Utilisation (CAU\*) de l'engrais est de **0,6**. Si on apporte 150 kg d'ammonitrate : seules 30 unités d'azote (1,5 x 33,5 x 0,6) sur les 50 apportées seront utilisées par la plante. Par contre l'apport étant enfoui, le risque de volatilisation est faible.

##### ➤ Apport de l'engrais minéral azoté après le stade 4 feuilles du maïs

Après 4 feuilles, le Coefficient Apparent d'Utilisation\* de l'engrais est de **0,8**, à condition de l'enfouir (binage obligatoire), surtout si c'est de l'urée, très sensible à la volatilisation.

Si on apporte 100 kg d'urée : 37 unités d'azote (46 x 0,8) sur les 46 apportées seront utilisées.

\* CAU : lire les précisions sur la fiche 9.2, au verso (Etape 3)

En pratique...

Le maïs valorise mieux l'azote minéral quand on l'apporte après le stade 4 feuilles.



Maïs à 6-7 feuilles : stade optimal pour apporter l'engrais minéral azoté (de préférence urée enfouie)

### Pour aller plus loin

- Article GTI Magazine n° 169 « Essais agronomiques dans le cadre du PAT Jaoul », disponible sur le site de la Chambre d'agriculture de l'Aveyron (rubrique Productions et Techniques / Cultures / Gestion de la ressource en eau),
- Lettre du PAT Jaoul n°2 - mars 2017 disponible sur le site de l'Epage du Viaur (epage-viaur.com).

## F9.5 - Fertilisation azotée des prairies



### Privilégier les associations pour plus d'autonomie

La première étape consiste à **déterminer la dose totale d'azote à apporter**. En Zone Vulnérable, il est obligatoire de passer par la méthode du bilan azote (cf fiche n°9.2). Hors obligation de tenir un plan prévisionnel de fumure (PPF), il est aussi possible de se référer aux cas-types (doses repères d'azote minéral présentées ci-dessous), pour se sécuriser ou améliorer ses pratiques. Dans le cas des prairies, tout le raisonnement consiste à bien appréhender le potentiel de production de sa parcelle et à évaluer au mieux la part des légumineuses, quand elles sont présentes. Une fois la dose d'azote à apporter déterminée, les modalités d'apport dépendront des modes d'exploitation de la prairie et des conditions de températures (précocité) propres à chaque année.

## Spécificité des prairies

### Évaluation du potentiel : entre stocks et pâturage, ce n'est pas évident !

- **Commencer par évaluer les stocks** (en TMS/ha) : cubage des silos d'ensilage, comptage des bottes de foin, d'enrubannage, évaluation de leur poids (on trouve des références sur Internet, voir rubrique « pour aller plus loin » en fin de fiche).

- **Estimer la biomasse prélevée au pâturage par la consommation des animaux**

1 UGB = 4,75 TMS de fourrages grossiers consommés par an. A partir du nombre et du type d'animaux (à convertir en nombre d'UGB), de la surface de la parcelle, et du temps de présence au pâturage, déduction faite de la consommation en autres fourrages, on peut retrouver la quantité consommée!

L'objectif de rendement retenu pour une parcelle est égal à la somme des rendements prévus pour chaque coupe et/ou le pâturage. Les cas types ci-après donnent aussi des repères de potentiel par catégorie de prairie.



### Une très bonne valorisation de la minéralisation du sol

Une prairie est présente 365 jours / 365, elle peut donc valoriser 100% de l'azote minéralisé par l'humus du sol. Les pics de minéralisation se situent au printemps et à l'automne, ils sont donc parfaitement calés avec les périodes de besoin de l'herbe. A cet azote issu du sol s'ajoute celui fourni par les éventuelles restitutions au pâturage.

Fournitures d'azote par le sol (en kg de N/ha/an) : minéralisation + restitutions au pâturage pour la zone du bassin versant du Viaur

Types de situation	Sol se réchauffant bien et/ou peu hydromorphe et/ou à enracinement profond		Sols profonds riches en MO
	Arrêt de la pousse estivale > 2 mois	Arrêt de la pousse estivale < 2 mois	
Entretien* faible	70	100	130
Entretien* intermédiaire	80	110	140
Entretien* fort	90	120	150

\*Notion d'entretien : niveaux d'apports en fertilisation organique et/ou minérale, niveau d'intensité du pâturage

**F9.5 - Fertilisation azotée des prairies**

**Cas types : doses repères d'azote minéral à apporter par hectare**

	Sol Ségala moyen à profond, vallées			Sol montagne, Lévezou, haut Ségala		
	Objectif rendement	Avec fumier au semis	Sans apport organique	Objectif rendement	Avec fumier au semis	Sans apport organique
Prairie de graminées, intensive	12 TMS	120 U	150 UN	10 TMS	120 UN	150 UN
Association gram. + lég, intensive	12 TMS	0 à 50 UN selon % leg.	0 à 70 UN selon % leg.	10 TMS	0 à 60 UN selon % leg.	0 à 80 UN selon % leg.
Prairie de graminées, moyenne	8 TMS	50 UN	75 UN	7 TMS	70 UN	100 UN
Association gram. + lég moyenne	8 TMS	0 à 30 UN selon % leg.	0 à 50 UN selon % leg.	7 TMS	0 à 30 UN selon % leg.	0 à 60 UN selon % leg.
Prairie permanente moyenne	5 TMS	0 UN	30 UN	3 à 5 TMS	0 à 30 UN	0 à 50 UN

**Quelques éléments à connaître sur les cas-types :**

- ∞ Ces recommandations concernent les années moyennes, mais il y a des « effets année », qui peuvent faire varier ces valeurs.
- ∞ L'adaptation de la dose d'apport évaluée au regard du potentiel de la prairie et du contexte climatique de l'année (nombre de coupes), peut être guidée aussi par des méthodes spécifiques : « bilan azote », analyse de la valeur des déjections, réalisation d'indices de nutrition N.

**Gérer l'azote par la méthode des sommes de température**

Utiliser la somme des températures en base 0 °C cumulée depuis le 1<sup>er</sup> janvier de l'année.

**Calcul des sommes de température :**  
 Faire la moyenne journalière  $(T_{min} + T_{max})/2$ , on garde les degrés supérieurs à 0 °C  
 Cumuler ensuite ces valeurs journalières

Cet indicateur permet d'optimiser l'apport d'azote et donc le potentiel de production de l'herbe au printemps. Les seuils de sommes de températures pour les apports d'azote dépendent du mode d'exploitation de la prairie : pâturage ou fauche précoce (type ensilage ou enrubannage).

Pâturage : apport d'azote à 150 °C

100 °C de retard = 30 % de perte en volume et valeur nutritive!

Fauche précoce : apport d'azote à 200 °C

De plus, pour éviter un trop-plein d'azote soluble dans l'herbe, il faut attendre 50 jours ou 500 °C entre la fertilisation et la mise à la pâture ou la fauche.

L'excès d'azote soluble entraîne un excès d'urée :

- dans le lait, ce qui peut avoir des conséquences sur les veaux (ex : diarrhées)
- dans les bouses, ce qui favorise le développement des microbes (ex : cryptosporidies)

**Pour aller plus loin**

- Comment évaluer les stocks : <http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/culture-fourrage/article/etablir-un-bilan-fourrager-pour-eviter-de-manquer-de-fourrages-1178-140858.html>
- Lettre du PAT Jaoul n° 4 : résultats des essais PAT Jaoul soufre et date d'apport d'azote
- Outil de prévision de la date d'apport d'azote sur prairies d'Arvalis : <http://www.datenprairie.arvalis-infos.fr/>