



FERTILISATION DU MAÏS :

Le SOL : un fournisseur d'azote à prendre en compte !

Sur les bords de Loire, les captages en eau potable d'Unias ont été classés par le Grenelle de l'Environnement pour mettre en place des actions afin de diminuer la concentration en nitrate et de limiter la présence des produits phytosanitaires dans l'eau prélevée.

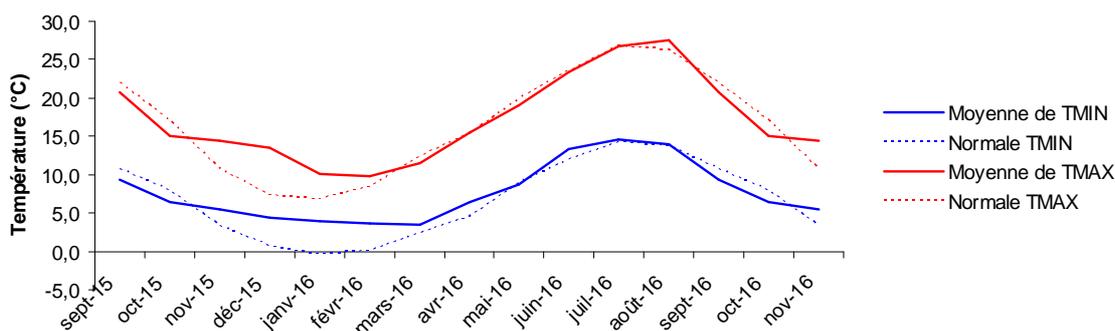
La Chambre d'Agriculture accompagne les agriculteurs des captages dans leurs changements de pratiques. Dans ce cadre, un essai est mis en place annuellement. Durant la campagne 2015-2016, ce sont le rôle du sol et l'efficacité des engrais qui ont été étudiés.

Contexte de l'essai

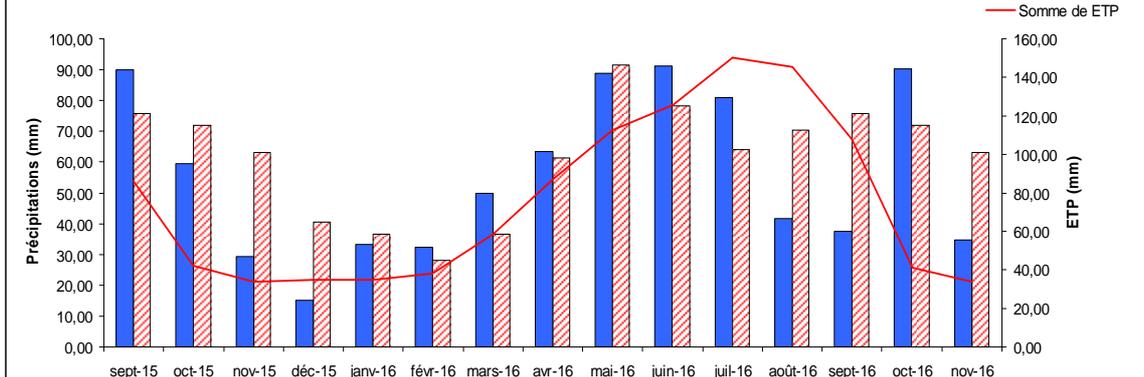
Bilan climatique de l'année culturale

Le printemps a été frais et très pluvieux pour cette campagne, entraînant des levées tardives et un démarrage végétatif assez long. Le déficit hydrique a été plus marqué à partir du mois d'août, soit après la période critique de sensibilité au stress hydrique.

Températures moyennes (08/15-08/16) et normales (1981-2010) sur la station d'Andrézieux Bouthéon (données Météo France)



Précipitations mensuelles (08/15-08/16), précipitations normales (1981-2010) et ETP mensuelles sur la station d'Andrézieux Bouthéon (données Météo France)



Mise en place de l'essai

Présentation de la parcelle :

Surface : 9 ha

Type de sol : Chambon de Loire

Précédent : Maïs

Itinéraire technique de la culture sur la parcelle en dehors de l'essai :

- 2 mars 2016 : fertilisation du **méteil** : 200 kg d'ammonitrates/ha ⇔ 67 kgN/ha
- 21 avril 2016 : récolte du méteil : ensilage précoce
- 22 avril 2016 : **fertilisation** du maïs : Apport de 25 t/ha de fumier

L'azote du fumier a une fraction d'azote minéral, assimilable de suite par les plantes et une fraction organique qui sera minéralisée au cours du temps. La minéralisation dépend de la **période** d'apport et de la **culture** en place. Pour un apport de fumier au printemps devant un maïs, la part d'azote minéral dite **efficace** est estimée à 30%.

	N	P	K
Composition fumier (kg/t) (analysé en avril 2016)	5,49	3,49	15,72
Apport de 25 t/ha – N efficace (30%) (kg/ha)	41	87	393

Tableau 1 : résultat de l'analyse de fumier réalisé en avril 2016 et évaluation de la quantité d'azote efficace apportée par 25 t/ha de fumier

- 28 avril 2016 : **labour, semis** du maïs
- **Fertilisation** du maïs :
 - 1^{er} juin 2016 : 200 kgN/ha d'ammonitrates ⇔ 67 kgN/ha
 - 24 juin 2016 : 150 kgN/ha d'ammonitrates ⇔ 50 kgN/ha
- **Désherbage** du maïs :
 - 10 juin 2016 : Callisto 0,7 l/ha (dose homologuée : 1,5 l/ha) et Fernet Premium 6 OD 0,4 l/ha (dose homologuée : 0,75 l/ha)
 - 25-26 juin 2016 : binage
- **Irrigation** : 150 mm (5 x 30 mm)

Le cycle du maïs est en adéquation avec la minéralisation du fumier

Il est intéressant de **valoriser une partie de son fumier sur cette culture** car les besoins en azote du maïs coïncident avec la minéralisation estivale de l'azote organique. De plus, le fumier est aussi un **amendement** qui améliore la structure des sols et la capacité de rétention de l'eau. De 1995 à 1998, des essais ont été menés par les Chambres d'Agriculture de la Loire et du Rhône pour définir une stratégie de fertilisation des maïs cohérente avec les objectifs de rendement. Pour une production de **12 tMS/ha**, il est recommandé d'apporter **en mars/avril 25-30t/ha de fumier et 50 kgN/ha d'azote minéral**.

Les 50 kgN/ha vont permettre d'éviter une faim d'azote au stade 8-10 feuilles (période de fort besoin en azote du maïs jusqu'à la fin floraison, cf schéma ci-contre). En effet, toute l'azote du fumier n'est pas disponible de suite or les besoins du maïs sont importants.

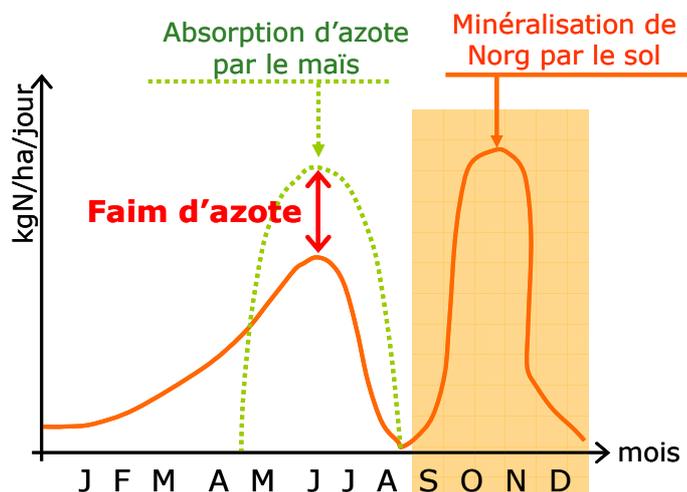


Schéma 1 : évolution simplifiée de la minéralisation du sol dans l'année et des besoins en azote du maïs au cours de son cycle

Il n'est pas judicieux d'augmenter le tonnage de fumier pour essayer d'éviter ce manque d'azote. En effet, plus l'apport de fumier sera important, plus le pool d'azote organique sera conséquent avec minéralisation sur un temps long donc à l'automne quand les températures sont douces et l'humidité présente. De l'azote minéral sera alors libéré dans le sol induisant un **risque important de perte de nitrates dans l'eau**, en l'absence de couvert consommateur d'azote.

En contexte irrigué, le rendement potentiel étant plus élevé, le complément en azote minéral est supérieur à 50 kgN/ha.

Dans le cas de l'essai, d'après les références du GREN (Groupe Régional d'Expertise sur les Nitrates), le complément en azote (minéral et organique) pour répondre aux besoins en azote d'un maïs à 18-20 tMS/ha est de 190 kgN/ha.

Trois modalités pour évaluer la minéralisation du sol et comparer les stratégies de fertilisation

Pour connaître l'azote issu de la minéralisation du sol, une bande de 20 mètres n'a pas été fertilisée. Aussi l'azote absorbé par le maïs correspond à l'azote issu du sol. Ensuite deux modalités ont été comparées :

- une avec une fertilisation **uniquement minérale** (ammonitrate),
- une avec **du fumier et des engrais minéraux** (ammonitrate).

Le tableau ci-dessous précise les doses apportées.

Nom des modalités	Fumier	Engrais de synthèse	Bilan sur maïs
0 Ferti	0 kgN/ha	0 kgN/ha	0 kgN/ha
Ferti minérales	0 kgN/ha	1/06/16 : 66 kgN/ha (ammonitrates) 24/06/16 : 84 kgN/ha (ammonitrates)	150 kgN/ha
Ferti classique	41 kgN efficace/ha	1/06/16 : 66 kgN/ha (ammonitrates) 24/06/16 : 50 kgN/ha (ammonitrates)	157 kgN/ha

Tableau 2 : Fertilisation réalisée selon les modalités

Observations et conclusions techniques

Le manque d'azote crée une décoloration et limite la taille des maïs

Plusieurs suivis ont été réalisés sur la parcelle. Ils ont permis de mettre en évidence :

- une couleur plus claire sur les maïs de la modalité « 0 ferti », cette décoloration est caractéristique d'un manque d'azote ;
- une taille inférieure de 13%-14% soit de l'ordre de 30 cm entre la modalité « 0 ferti » (2,04 m) et les deux autres modalités (« ferti minérale » : 2,38 m et « ferti classique » : 2,35 m).

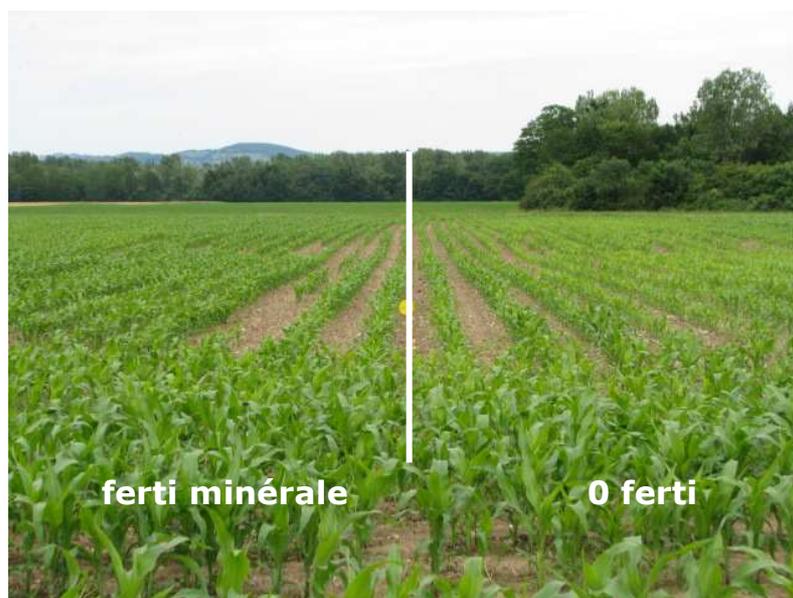


Photo 1 : Vue de l'essai le 20 juin 2016 où la différence de couleur entre les modalités « 0 ferti » et « ferti minérale » peut être observée

A fertilisation identique, que la forme de l'azote soit minérale ou mixte, le rendement est stable.

		0 Ferti	Minéral	Classique
Bloc 1	MS (%)	31%	32%	32%
	Rdt brut (t/ha)	65,10	110,75	97,90
	Rdt (tMS/ha)	20,12	35,00	31,72
Bloc 2	MS (%)	29%	31%	37%
	Rdt brut (t/ha)	74,70	110,60	94,70
	Rdt (tMS/ha)	21,51	33,73	35,42

Tableau 3 : rendements des différentes modalités

Les rendements obtenus dans l'essai sont largement **surestimés par rapport à des parcelles entières**. Ceci est lié au mode de récolte. En effet, ce sont des placettes qui ont été récoltées à la main. C'est une méthode qui crée très peu de perte de matière. De plus, les placettes sont choisies de manière aléatoire mais aussi de manière à éviter les zones de « trou » (mauvaises levées, dégâts de sanglier).

Le rendement obtenu sur le reste de la parcelle a été estimé à 19 tMS/ha d'où une surestimation de l'ordre de 35 %.

Ce biais est identique quelle que soit la modalité. **La comparaison relative entre les modalités est donc possible.**

Les modalités où le maïs a été fertilisé ne montrent pas de différence significative de rendement entre elles. En revanche, la modalité sans fertilisation a un rendement inférieur de l'ordre de 40% par rapport aux modalités fertilisées.

Entre 70-80 kg/ha d'azote issu du sol !

L'analyse de l'azote présent dans les maïs récoltés permet de connaître l'azote absorbé. Dans le cas de la modalité « 0 ferti », tout l'azote absorbé est issu du sol. Cette quantité est estimée entre 70 et 80 kgN/ha.

		0 Ferti
Bloc 1	N (g/kgMS)	5,76
	Rdt ajusté (tMS/ha)	13
	N absorbé (kgN/ha)	75
Bloc 2	N (g/kgMS)	5,6
	Rdt ajusté (tMS/ha)	14
	N absorbé (kgN/ha)	78

Tableau 4 : azote absorbé par la culture de maïs selon les différentes modalités par rapport à la modalité « 0 Ferti »

Un reste d'azote dans le sol satisfaisant, limitant le risque de lessivage des nitrates dans l'eau

Un prélèvement de terre a été réalisé dans chacune des modalités de manière à connaître l'azote restant dans le sol. Ce pool d'azote est potentiellement lessivable durant l'hiver.

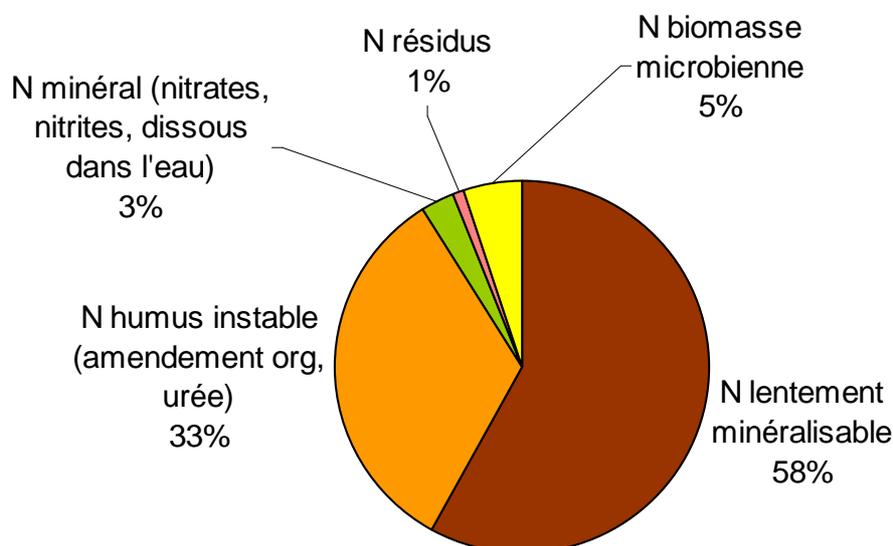


Schéma 2 : forme de l'azote dans le sol et proportion respective

Malgré l'absence d'apport d'azote dans la modalité « 0 ferti », il y a toujours un reliquat d'azote (25 kgN/ha). En effet, la vie biologique du sol **transforme en permanence de l'azote sous forme minérale**. Ainsi, il y a environ toujours 3% d'azote sous forme minérale.

N sous forme nitrate (kgN/ha)	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	Total
0 Ferti	16	7	2	25
Ferti min	17	10	4	31
Ferti classique	21	9	6	36

Tableau 5 : azote sous forme nitrate restant dans le sol au 12 octobre selon les différentes modalités

D'après les reliquats des modalités « ferti min » et « ferti classique », un supplément de 6 à 11 kgN/ha est observé. Ce reste en azote est tout à fait normal car les prévisions d'azote de la méthode du GREN surestiment le complément azoté.

En effet, **un engrais n'est pas efficace à 100%**, car :

- le système racinaire ne prospecte jamais entièrement tout le sol ;
- certaines formes d'engrais nécessitent une transformation pour être assimilable par le maïs (ammonium, urée).

L'azote restant après la récolte a été estimé par le GREN. Il dépend du type de sol. Pour un sol de chambon comme celui de l'essai, la **référence est de 50 kgN/ha. Les résultats observés sur l'essai sont inférieurs.**

Quelle que soit la modalité, la majorité de l'azote se situe dans le **premier horizon** du sol (0-30 cm). C'est un résultat logique car la vie biologique est plus intense en surface. De plus le travail du sol se fait sur les 20 premiers centimètres, tendant à concentrer le fumier dans cette zone. **Cet azote pourra être facilement absorbé par la mise en place d'une dérobée ou d'un couvert.**

Résultat de l'essai et conclusion

L'expérimentation, mise en place sur le captage d'Unias, a permis de mettre en évidence **l'importance de la minéralisation du sol**, en particulier dans un contexte d'élevage où des engrais de ferme sont apportés régulièrement. En effet, ces apports créent un pool d'azote organique, qui va être potentiellement minéralisé en période chaude et humide. Les maïs de la modalité « 0 ferti » ont ainsi pu capter entre 70 et 80 kgN/ha soit l'équivalent de **225 kg d'ammonitrates !!**

En système non irrigué, pour une culture de maïs, les travaux du GREN estiment que la minéralisation du sol est du même ordre de grandeur.



Pour aller plus loin...

→ Avec nos engrais de ferme, fertilisons autrement !

Les effluents d'élevage sont une richesse à votre disposition pour fertiliser vos cultures. Si le maïs est une culture intéressante pour valoriser le fumier, les prairies préféreront le lisier ou le compost selon leur type d'exploitation.

Pour **optimiser au maximum sans gaspiller** vos engrais de ferme, nous vous proposons 2,5 jours de formation, **adaptés à votre situation**. Les 2 premiers jours ont pour objectif de construire un plan d'actions personnel pour améliorer la stratégie de fertilisation de vos cultures et vos prairies. Nous ferons ensemble un point 6 mois plus tard sur ce que vous avez pu mettre en œuvre.

Si vous êtes intéressé, n'hésitez pas à contacter :
Flore SAINT-ANDRE (flore.saint-andre@loire.chambagri.fr)
François DEBROSSE (francois.debrosse@loire.chambagri.fr)
Tél. 04 77 92 12 12

→ Je raisonne la conduite de mes maïs face aux adventices, maladies et ravageurs.

La Chambre d'Agriculture de la Loire vous propose une formation pour piloter la conduite de vos maïs. Cette formation s'adresse à un **public d'éleveurs cultivant du maïs (fourrage, épi ou grain) et souhaitant diminuer l'usage des produits phytosanitaires sur cette culture.**

Les objectifs de cette formation sont :

- ✓ de mieux connaître les adventices fréquentes sur maïs,
- ✓ d'évaluer le fonctionnement, l'efficacité et les limites des outils de désherbage mécanique,
- ✓ de reconnaître les maladies et ravageurs et de connaître leur seuil de nuisibilité pour apprécier le risque sur la parcelle et déclencher ou non des traitements curatifs,
- ✓ de donner aux stagiaires des références sur la réduction des phytos dans une exploitation agricole similaire à la leur durant une visite d'exploitation agricole du réseau DEPHY ECOPHYTO

Les intervenants à cette formation seront Eric FARRE (conseiller agronomie-environnement à la Chambre d'Agriculture du Rhône) et Sylvain RANCON (conseiller FD-CUMA).

La journée comprendra une matinée en salle avec des apports théoriques, et une après-midi sur une exploitation agricole du réseau DEPHY (démonstration de matériel de désherbage mécanique).

Elle aura lieu à Feurs, le 7 juin 2017.

Renseignements et inscriptions : Marie-Françoise FABRE
mail : marie-francoise.fabre@loire.chambagri.fr
Tél. 04 77 92 12 12

Siège Social
43 avenue Albert Raimond
B.P. 40050
42272 ST PRIEST EN JAREZ CEDEX
Fax : 04 77 92 12 78
Email : cda42@loire.chambagri.fr
Site Web : www.terresdeloire.fr

Antenne FEURS
5 Rue du Colisée
ZI Le Forum
42110 FEURS
Fax : 04 77 26 63 60

Antenne PERREUX
ZA Les Plaines - Rue du Pont
du Rhins Ouest
42120 PERREUX
Fax : 04 77 71 91 67

N° de téléphone unique : 04 77 92 12 12

