



## Azote & retournement de prairies

Prairie retournée – Essais de Kerlavic (Finistère).

© Yves Briand – EDE 29

**De récentes expérimentations au champ ont permis de quantifier les rythmes de minéralisation de l'azote suite à un retournement de prairie. Les résultats obtenus modifient sensiblement les acquis et permettent d'adapter les conseils de fertilisation : la minéralisation est intense la première année, puis s'amortit dès la seconde culture qui suit la destruction.**

François Laurent  
f.laurent@arvalisinstitutduvegetal.fr

Alain Besnard  
a.besnard@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS – Institut du végétal

Pierre Kerveillant

EDE29-Chambre d'Agriculture Bretagne

Françoise Vertès  
vertes@lerheu.rennes.inra.fr

INRA – UMR SAS Rennes-Quimper

**L**a pratique des rotations prairies – cultures est un moyen connu depuis longtemps pour exploiter la fertilité physique, chimique et biologique accumulée dans les sols prairiaux. La destruction des pâtures pour leur mise en culture ou le resemis de nouvelles prairies s'accompagne d'une in-

# De nouvelles pour la minér

tense minéralisation de l'azote. Celle-ci est parfois reliée aux bilans d'azote fortement excédentaires observés sous prairie pâturée. Les entrées d'azote dans le système sol – plante (fertilisation azotée, fixation symbiotique, déjections animales) y sont en effet nettement supérieures aux sorties (produits animaux, lessivage, pertes gazeuses) et conduisent à des accumulations nettes d'azote variables selon le niveau d'intensification de la prairie : 500 à plus de 1000 kg N/ha au terme de six années consécutives de pâturage ont été calculés dans

nos expérimentations, pour des fertilisations variant de 0 à 400 kg N/ha/an. Cette accumulation concerne des compartiments d'azote organique divers : chaumes (bases de tiges encore actives), litière morte, racines, matières « macroorganiques », biomasse microbienne, humus. Certains compartiments riches en azote pourraient représenter les sources majeures de la minéralisation après destruction.

Dans les systèmes fourragers les plus intensifs de l'Ouest de la France basés sur l'herbe et le maïs, où la durée des prairies est de 4 à 7 ans, on

peut estimer que 7 à 13 % de la surface en herbe est retournée annuellement pour y implanter très majoritairement du maïs. L'enjeu est donc important vis-à-vis de la maîtrise des flux d'azote. Or, les références jusqu'ici utilisées n'étaient basées que sur quelques expérimentations en incubations et de rares mesures d'azote minéral au champ. Il était nécessaire de traiter la question de façon dynamique pour connaître les rythmes de minéralisation et proposer des éléments opérationnels de gestion de la fertilisation azotée des cultures qui suivent une destruction de prairie.

### Un réseau d'essais pluriannuels et des références

L'étude s'est appuyée sur sept dispositifs conduits en Bretagne et Pays-de-la-Loire par ARVALIS - Institut du végétal, l'EDE 29 - Chambre d'Agriculture de Bretagne et l'INRA (*encadré*), et dont les résultats viennent d'être publiés.

#### Une étude sur sept dispositifs expérimentaux

Pour mener à bien ce projet, sept dispositifs ont été mis en place sur trois stations expérimentales des régions Bretagne et Pays-de-la-Loire : Kerlavic (29), Kerbernez (29) et La Jaillièrre (44). Les prairies détruites étaient pour les 2/3 âgées de 5 à 7 ans (âge minimal 4 ans et maximal 12 ans).

Pour mesurer l'effet du retournement de prairies, deux méthodes ont été mises en œuvre :

- **sol maintenu sans végétation** : la mesure régulière (tous les mois) du contenu en azote minéral du sol pendant les deux à quatre ans suivant la destruction, permet de calculer la minéralisation nette à l'aide du logiciel Lixim développé par l'INRA. Cet outil simule l'évolution de l'humidité et du contenu en azote minéral du sol et détermine des « jours normalisés » correspondant à des conditions standard de température et d'humidité de la couche de surface.

- **parcelles cultivées** : des mesures régulières sur le sol et les plantes autorisent le calcul du bilan de l'azote minéral du sol entre chaque date de mesure : on en déduit la minéralisation nette sur ces mêmes périodes.

humidité égale à la capacité au champ (*encadré*).

#### Une minéralisation très élevée la première année

La *figure 1*, qui exprime les variations de minéralisation de l'azote après destruction de prairie, montre que :

- les quantités d'azote minéralisées pendant les deux années suivantes succèdent au retourne-

ment - la seconde phase marque un retour à une vitesse de minéralisation beaucoup plus faible, comparable à celle mesurée sur des parcelles n'ayant jamais supporté de prairies dans les 20 dernières années.

Cette intense minéralisation pose la question du bon ajustement de la date de destruction avec les possibilités d'absorption d'azote par la culture

suivante : une destruction tardive de printemps, outre les risques de mauvaise implantation du maïs suivant, risque de se traduire par un report de la minéralisation au-delà de la période d'utilisation par la culture et donc de générer une augmentation du risque de lessivage en hiver. L'adaptation des successions de culture doit être envisagée : semis d'une culture intermédiaire piège à nitrates, ou recours à des espèces présentant de meilleures capacités d'absorption, notamment tardives, comme la betterave fourragère.

#### Effet des modes de conduite de la prairie : surtout un effet âge et fauche

La contribution nette de la destruction de prairie au supplément de minéralisation de l'azote du sol est comprise entre 130 et 230 kg N/ha. Les caractéristiques des résidus de prairie ne permettent pas d'expliquer cette variabilité (biomasse, rapport C/N, contenu en azote). Le solde du bilan Entrées (fertilisation + restitutions animales) — Sorties (N ingéré + N lessivé + N volatilisé) calculé sur la durée d'exploitation des prairies ne rend compte que du tiers de la variabilité constatée.

Parmi les différents modes de conduite des prairies, seule

# références minéralisation de l'azote

Nous avons calculé la minéralisation postérieure au retournement en mesurant à un rythme mensuel pendant 2 à 4 ans la quantité d'azote minéral présente dans les sols nus, ou en établissant des bilans complets plante + sol dans des essais conduits avec des cultures (blé, maïs, colza). Pour pouvoir comparer les années et les sites entre eux, il s'est avéré nécessaire de tenir compte des variations de conditions climatiques (température et humidité du sol) : le temps est exprimé en « jours normalisés », correspondant à des conditions standard de 15 °C et une

ment sont très variables : 300 à 700 kg N/ha.

- la cinétique de minéralisation est caractérisée par deux phases distinctes :

- la première d'une durée de 50 à 250 jours normalisés correspond à une vitesse de minéralisation très élevée. Sur ces essais et pour une destruction de printemps (mi-février à mi-mars) elle s'étend sur 4 à 12 mois.

**La destruction de prairie engendre un supplément de minéralisation de l'azote du sol compris entre 130 et 230 kg N/ha.**

© Kuhn-Huad



« Dans le cas d'une destruction printanière suivie de trois années de maïs, le premier maïs bénéficie d'un supplément de fourniture d'azote de 57 kg N/ha lié à l'augmentation du reliquat d'azote minéral au semis, auquel s'ajoutent 116 kg N/ha dus à l'accroissement de la minéralisation sous la culture ».

la fauche provoque une diminution significative de la minéralisation post-destruction de graminées pures. Ni l'espèce (ray-grass anglais pur ou association RGA — trèfle blanc), ni la fertilisation antérieure n'affectent sensiblement la vitesse de minéralisation.

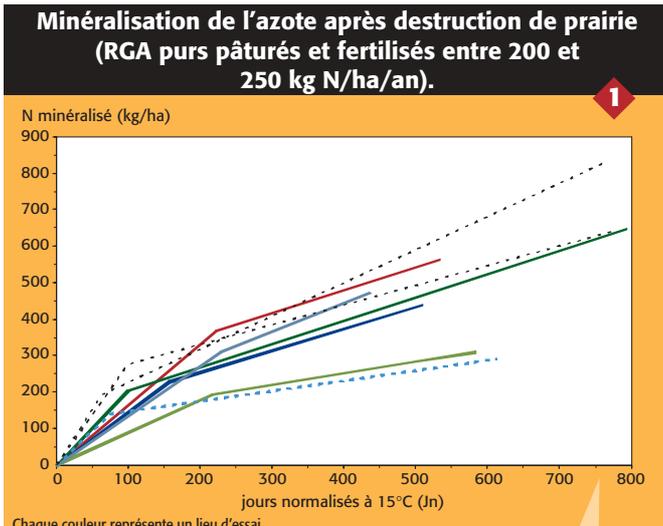
Les références bibliographiques étant convergentes sur l'effet de l'âge de la prairie, nous les avons utilisées pour compléter nos résultats et proposer un tableau général des effets azote (tableau 1).

**Les nouvelles références des effets azote**

À l'aide des cinétiques de minéralisation rapportées à la figure 1, il est possible de calculer le supplément de minéralisation lié à la destruction de prairie. On peut alors dresser une courbe moyenne de « l'effet azote prairie » qui renseigne sur la quantité d'azote minéralisée en fonction du délai (exprimé en jours normalisés) écoulé depuis la destruction. Selon les hypothèses de date de destruction (automne,

printemps) et de succession de cultures après retournement, on peut en déduire les effets azote à prendre en compte pour le raisonnement de la fertilisation azotée des cultures suivantes. La figure 2 montre les effets azote calculés selon ce schéma de raisonnement dans le cas d'une destruction printanière suivie de trois années de maïs. Le premier maïs bénéficie d'un supplément de fourniture d'azote de 57 kg N/ha lié à l'augmentation du reliquat d'azote minéral au semis, auquel s'ajoutent 116 kg N/ha dus à l'accroissement de la minéralisation sous la culture. Les fournitures d'azote au second et au troisième maïs augmentent-elles de 26 et 4 kg N/ha. Ces valeurs moyennes cachent néanmoins une variabilité importante du phénomène.

Le tableau 1 présente ces nouvelles références. Il ne s'agit que des valeurs moyennes du supplément de minéralisation observé pendant le cycle de croissance des cultures : le retournement de prairie augmente aussi la quantité d'azote minéral du sol présent au semis de la culture de printemps (destruction de printemps) ou en sortie hiver (destruction d'automne). À ce titre, nos résultats montrent qu'après retournement de printemps, le reliquat d'azote mesuré au semis du maïs augmente en moyenne d'environ 60 kg N/ha (contre plus de 100 pour le reliquat sortie hiver



Après destruction de prairies, les suivis de parcelles nues (traits pleins) comme ceux de parcelles cultivées (traits pointillés) montrent que la minéralisation est très élevée dans un premier temps, puis plus faible ensuite.

d'un blé après retournement d'automne), valeur à considérer par défaut. Si l'on souhaite une meilleure précision dans

la prévision de la fertilisation azotée des cultures suivantes, il faut mesurer ce reliquat, notamment après retournement

**Effets azote prairie (supplément de minéralisation sous culture : prendre en compte par ailleurs l'effet sur le reliquat d'azote minéral dans le sol)**

Les valeurs représentent le supplément de minéralisation pour la période d'établissement du bilan azoté prévisionnel de chaque culture (semis – récolte pour le maïs, 15 février – récolte pour le blé).

**a- destruction de printemps (15/02)**

		Age de la pâture				
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture post-destruction	1 maïs	20	60	100	120	140
	2 maïs ou blé	0	0	10	20	20
	3 maïs ou blé	0	0	0	0	0

**b- destruction d'automne (1/09)**

		Age de la pâture				
		< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
Rang de la culture post-destruction	1 blé	10	30	50	60	70
	2 maïs ou blé	0	0	0	0	0
	3 maïs ou blé	0	0	0	0	0

**c- prise en compte du mode d'exploitation**

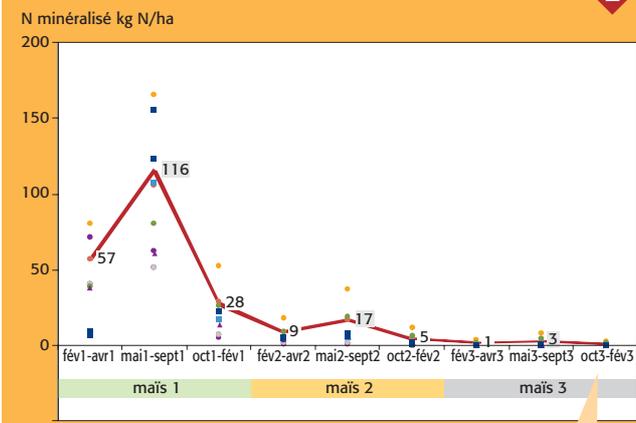
Les valeurs mentionnées dans les tableaux a et b sont à multiplier par les valeurs suivantes selon la proportion de fauches dans le mode d'exploitation de la prairie de RGA pur :

	Effet mode d'exploitation	
	RGA pur	Association RGA-TB
Pâturage intégrale	1,0	1,0
Fauches + pâturage	0,7	1,0
Fauche intégrale	0,4	

Exemple : Une prairie de 8 ans d'âge intégralement pâturée et retournée au printemps génère un supplément de minéralisation de + 120 kg N/ha pour le 1<sup>er</sup> maïs et + 20 kg N/ha pour la 2<sup>e</sup> culture suivant le retournement. Ces valeurs sont multipliées par un coefficient 0,7 si des fauches sont intégrées au calendrier d'exploitation : soit + 85 et + 15 kg N/ha.

### Calendrier du supplément de minéralisation calculé après destruction mi-février d'une prairie de RGA pur pâturée, suivie d'une succession maïs – maïs.

2



Le trait continu représente la tendance observée sur les 11 valeurs correspondant à chaque dispositif expérimental représenté par les symboles colorés.

d'automne car les précipitations hivernales vont grandement modifier ces valeurs moyennes.

Les valeurs du *tableau 1* sont basées sur un climat moyen (30 ans) et représentent la moyenne des observations faites sur

nos différents sites d'étude : l'effet du climat modifie peu ces valeurs moyennes.

Puisque les flux d'azote sont divisés par un facteur 2 à 7 au-delà de la première phase de minéralisation (en cohérence avec des résultats en conditions contrôlées de l'INRA Quimper), les effets azote sont comptabilisés sur une période de l'ordre de deux années culturales. Cette durée est inférieure à celle jusqu'ici prise en compte dans les tables de la méthode du bilan. Par contre, les effets azote sont sensiblement plus élevés en première année.

Enfin, dans les situations avec retournements fréquents de prairies temporaires, nous proposons d'augmenter de 10 % le poste « minéralisation de l'humus ». Ceci permet de rendre compte de l'hypothèse d'une plus grande fraction ac-

tive de l'humus, à l'image de ce qui été démontré pour les systèmes recevant régulièrement des apports organiques.

Les conclusions de ces travaux seront intégrées dans la prochaine version de la brochure du COMIFER sur le calcul de la fertilisation azotée. ■

#### En savoir plus

Le détail des résultats de cette étude est disponible sur demande auprès de F. Laurent : « *Effet de la destruction de prairies pâturées sur la minéralisation de l'azote : approche au champ et propositions de quantification* ». Synthèse de 7 dispositifs expérimentaux. F. Laurent, P. Kerveillant, A. Besnard, F. Vertès, B. Mary, S. Recous. 77 pages. Document ARVALIS - Institut du végétal, 2004.