

Reliquats d'azote en Midi-Pyrénées

Bilan de 3 campagnes de suivi

Après 3 années de suivi, cette note présente une synthèse des résultats d'analyse et dresse le bilan du réseau d'observation des reliquats d'azote en Midi-Pyrénées.

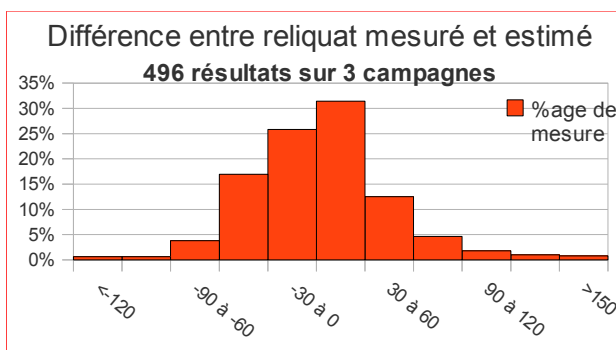
Le réseau d'observation des reliquats d'azote en Midi-Pyrénées a été mis en œuvre pour acquérir des références complémentaires sur la dynamique de l'azote dans les principaux systèmes de cultures et contribuer à actualiser les références pour élaborer un conseil prévisionnel de fertilisation azotée.

Des reliquats mesurés très proches des reliquats calculés

Pour évaluer le niveau d'azote minéral dans le sol aux stades clés des cultures (sortie hiver pour les céréales et le colza, au semis pour le maïs et le tournesol), les agriculteurs peuvent réaliser une analyse de sol, ou procéder au calcul de ce reliquat d'azote à l'aide de méthodes développées par les Instituts Techniques.

Le graphique ci-contre montre les différences observées entre les mesures provenant des analyses du réseau et les reliquats calculés aux mêmes périodes.

L'écart entre l'estimation et le calcul est inférieur à 30 U dans 57% des analyses. Moins de 5% des résultats montrent des écarts très significatifs et ceux-ci méritent d'être regardé au cas par cas pour trouver une explication.



La valeur A et le réseau de mesures ARVALIS

Les méthodes de raisonnement de la fertilisation azotée développées par les Instituts Techniques intègrent le calcul des reliquats. Ainsi Arvalis, pour calculer le reliquat sortie hiver des céréales à paille, applique la méthode des bilans à la culture précédente. Ce calcul tient compte des différentes sources d'alimentation en azote du précédent : azote minéralisé au cours de l'année (appelée Valeur A), azote apporté par les engrais organiques et minéraux, ainsi que de l'azote exporté par la culture.

En Midi-Pyrénées, Arvalis dispose chaque année, d'un réseau d'une cinquantaine de parcelles sur lesquelles des mesures d'azote sont effectuées. Couplés aux informations parcellaires (précédent, rendement du précédent, fertilisation azotée du précédent, gestion des résidus, apports organiques), les reliquats permettent de recalculer la minéralisation de l'azote de la campagne passée afin de la comparer au modèle agro climatique de calcul de la Valeur A. Celle-ci peut varier, en fonction du climat de l'année, de 80 à 150 unités.

* : auxquelles il faut ajouter l'azote par la dégradation des pailles ou les repousses : 20 unités environ en 2011

Bilan des différentes campagnes d'analyses

Évaluation du niveau de la minéralisation auxquelles il faut ajouter l'azote par la dégradation des pailles ou les repousses : 20 unités environ en 2011

Les résultats du réseau régional de mesures de reliquats, grâce aux prélèvements réalisés en juillet et novembre après cultures d'hiver, nous permettent d'estimer un ordre de grandeur du surplus de minéralisation automnale, non consommée par la dégradation des pailles ou par les repousses.

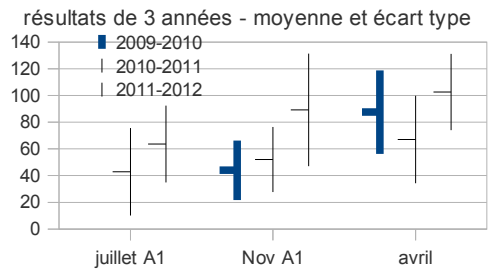
Les prélèvements de juillet donnent le niveau d'azote minéral dans le sol après récolte, ceux de novembre la quantité avant le démarrage de l'éventuelle lixiviation hivernale. L'augmentation de la quantité d'azote entre ces 2 mesures correspond à la minéralisation automnale, retranchée des "pertes d'azote minéral" pouvant survenir par dénitrification, processus d'humification, lixiviation ou consommation par les repousses.

Le graphe ci-contre présente les résultats obtenus lors des campagnes 2010 et 2011.

L'augmentation de la quantité d'azote minéral dans le sol à l'automne est faible : autour de 10 unités en moyenne en 2010, et de 20 unités en 2011. On peut relier cette observation aux condi-

tions climatiques rencontrées depuis plusieurs années dans le Sud-Ouest, à savoir la répétition d'automnes extrêmement secs. Le déficit hydrique que subit le sol, nous permet d'avancer l'hypothèse suivante : les phénomènes de dénitrification et de lixiviation ont été très faibles voire inexistant, donc la minéralisation automnale a dû avoisiner les valeurs citées ci-dessus : 10U en 2010 et 20U en 2011 (auxquelles il faut ajouter l'azote consommée par la dégradation des pailles ou les repousses : 20U environ en 2011). La comparaison des modalités "pailles exportées" et "pailles enfouies" étaye cette hypothèse : lorsqu'il y a enfouissement des pailles et donc possibilité de perte d'azote minéral par humification, le niveau d'azote dans le sol n'augmente pas entre juillet et novembre.

Evolution du reliquat d'azote moyen entre culture d'hiver et culture de printemps



La minéralisation : un phénomène continu

La matière organique du sol provient de résidus végétaux, animaux et microbiens. Elle représente une part variable du poids sec de la terre - de moins de 1% à plus de 5% en fonction du type de sol.

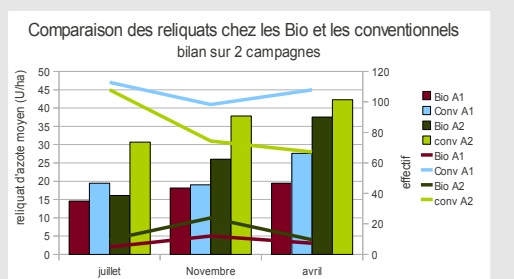
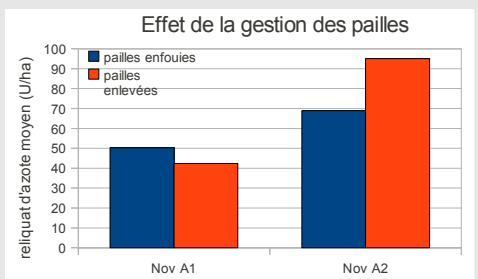
L'humus, partie stable de cette matière organique, est en continu utilisé par les microorganismes pour leur métabolisme. Cette action de dégradation naturelle, aboutissant à la libération d'azote minéral dans le sol, est la minéralisation.

L'intensité de ce phénomène est corrélée aux conditions pédo-climatiques, la conjonction de chaleur et d'humidité le favorisant. Les bactéries apprécient peu le froid, la sécheresse, l'acidité ou les terres trop calcaires. La minéralisation de l'humus constitue la principale origine de l'azote minéral qui s'accumule dans les sols; elle est quasi-continue tout au long de l'année, contribuant ainsi à l'alimentation des cultures. Elle se poursuit également durant les périodes d'interculture, en particulier après la récolte des cultures d'hiver, à la fin de l'été et à l'automne.

Vers des analyses plus fines des résultats

La collecte d'informations relatives aux itinéraires techniques mis en œuvre par les agriculteurs sur les parcelles du réseau, ainsi que leur historique récent a permis de livrer une analyse plus fine des résultats obtenus. A l'aide de certains critères liés aux techniques de production, nous avons été en mesure de comparer le niveau de reliquats d'azote de plusieurs groupes.

Les graphes ci-dessous donnent 2 exemples de valorisation : le premier montre l'évolution du niveau d'azote dans le sol selon que les résidus de cultures d'hiver sont exportés ou enfouis (17 à 28 parcelles pour le 1er groupe et 26 à 55 parcelles pour l'autre), le second compare les résultats des groupes "exploitations conventionnelles" (28 à 47 parcelles) et "exploitations en Agriculture biologique" (2 à 10 parcelles). On constate d'une part que l'enfouissement des résidus de culture semble avoir un impact positif sur le niveau des reliquats à l'entrée d'hiver en diminuant celui-ci. D'autre part, entre les groupes "bio" et "conventionnel", l'évolution du niveau d'azote suit les mêmes tendances ; notons

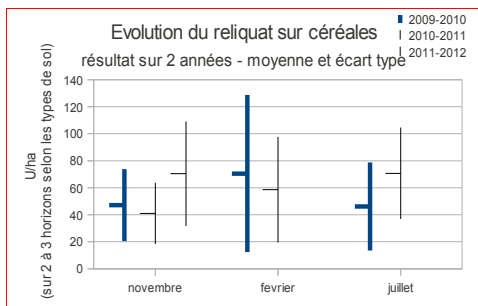


également des niveaux d'azote inférieurs en tendance de 5 à 15 unités pour le groupe "bio".

Ce type de traitement statistique requiert au préalable un travail de collecte des données, sans oublier le travail d'enregistrements spécifiques demandé aux agriculteurs..

■ Évolution de l'azote dans les parcelles en céréales à paille : 3 campagnes contrastées

La série de mesures réalisées en mars 2010, à proximité du stade "épi 1 cm" des céréales, a montré une différence entre reliquats mesurés et calculés de 15 U en moyenne, ce qui conforte l'utilisation de la modélisation sur ces premiers résultats. Le reliquat moyen mesuré en mars 2010 est de 69 U/ha.



Au cours de l'hiver 2009/2010, la minéralisation a continué légèrement, contribuant à l'augmentation des valeurs de reliquats entre novembre et mars. Le climat du printemps 2010 (mars et avril sec puis mai et juin humide) a permis une production céréalière supérieure aux objectifs de rendement. Les reliquats de juillet proviennent pour la majorité de la minéralisation de début d'été (20 à 25 kg N/ha) à laquelle s'ajoute la quantité d'azote que les racines n'ont pas été capables d'extraire du sol.

La campagne 2010/2011, commencée avec les mesures de novembre 2010, montre des reliquats faibles, autour de 45 U/ha. Ces derniers s'expliquent facilement sur les précédents céréales. Pour les autres types de précédents, les bons rendements de l'année 2010 ont eu les mêmes conséquences sur le niveau de reliquats. En mars 2011, la série de mesures réalisée autour du stade "épi 1 cm" a mis en évidence un reliquat moyen de 52 U/ha. L'écart entre les reliquats mesurés et calculés est inférieur à 10 U en moyenne.

En 2011, le climat printanier a été excessivement sec et chaud, ce qui a entraîné une régression de talle, un mauvais remplissage des grains et une mauvaise assimilation des apports

d'azote. Les rendements en céréales ont donc été inférieurs aux prévisions. Les reliquats réalisés en juillet montrent des valeurs en moyenne de 65 U/ha. Ils sont dus à des rendements inférieurs aux prévisions, à une forte minéralisation en fin de cycle et à la mauvaise assimilation de l'azote apportée sur le mois d'avril.

Les reliquats de l'automne 2011 sur céréales sont en moyenne assez élevés : 70 U/ha. La minéralisation estivale a été conséquente et la faible lixiviation automnale a contribué à ces valeurs élevées.

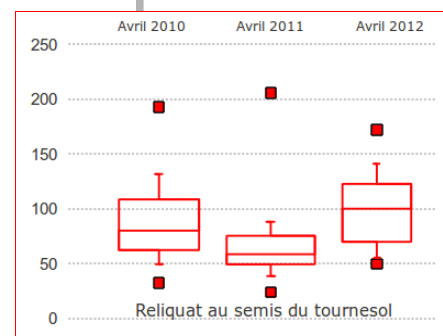
Les prélèvements réalisés en décembre sur les parcelles de céréales montrent toutefois des valeurs très faibles (autour de 20 U/ha). Elles s'expliquent par des précédents plus productifs (ex : tournesol) qui n'ont pas laissé de reliquats élevés et par une forte absorption de l'azote du sol par les céréales, qui en décembre, étaient déjà au stade début tallage.

■ Incidence sur les reliquats d'azote avant tournesol

Les reliquats d'azote moyens en avril, c'est-à-dire au semis de la culture d'été comme le tournesol, sont variables d'une campagne à l'autre selon :

- les conditions climatiques (pluviométrie, température) influant sur la dynamique de minéralisation et la lixiviation depuis la récolte du précédent,
- le reliquat d'azote post-récolte de ce même précédent cultural.

Les campagnes 2011 et 2012 sont très contrastées avec respectivement 95 kg/ha d'azote minéral en avril 2012 contre seulement 63 kg/ha en avril 2011. Les facteurs expliquant les différences ont été détaillés dans les différentes notes publiées depuis mars 2010. Du point de vue de la conduite du tournesol, cette variabilité interannuelle montre l'intérêt d'un réseau de mesures de reliquats pour typer la campagne au semis de la culture. Cela permet de donner un conseil global qui pourra être affiné à la parcelle par l'agriculteur grâce à des outils complémentaires comme Heliotest ou un bilan prévisionnel de fertilisation azotée.



Les chiffres clés du réseau d'observation des reliquats d'azote

■ **554 analyses** réalisées sur 10 séries de prélèvements sur 3 ans (de novembre 2009 à avril 2012)

■ **65 exploitations et 142 parcelles** suivies en continu sur les 3 ans. La quantité d'azote minéral dans les sols de ces parcelles (reliquat d'azote) a été mesurée à 5 périodes clés : sortie hiver, récolte

et fin d'automne pour les cultures d'hiver, semis et récolte pour les cultures d'été.

■ Une **diversité de successions culturales** présentes dans le réseau essentiellement en zone argileuse mais une représentativité des successions présentes sur le terrain :

Quelques résultats aberrants à chaque série de mesures

Nous avons observé lors de chaque campagne d'analyses une proportion constante de résultats qualifiés « d'aberrants » d'un point de vue technique (taux de NH4+ très élevé dans l'un des horizons, différence anormale de teneur en nitrates des horizons...). Ces valeurs aberrantes représentent 5 à 7% des résultats de chaque série.

Chambre Régionale d'Agriculture de Midi-Pyrénées
24 Chemin de Borde-Rouge
BP 22107
31321 Castanet Tolosan Cx
Tél : 05 61 75 26 00
Télécopie : 05 61 73 16 66
Courriel : accueil@mp.chambagri.fr

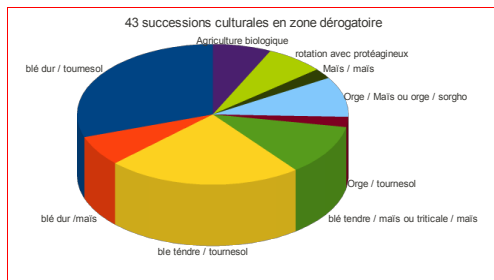
Avec la participation financière :
- de l'Union Européenne (FEDER) et de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne pour les analyses de reliquats et la diffusion des résultats
- du CASDAR et de l'Agence de l'Eau pour l'animation du réseau



AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE



avec la contribution financière
de l'Union Européenne
dans le cadre de l'initiative
"Développement agricole et rural"



Acquis du réseau sur le plan opérationnel

Les caractéristiques du réseau Midi-Pyrénées :

- les prélèvements et analyses délégués à des prestataires externes (Galys en 2010 puis Agro-prélèvements et le Laboratoire de la CA82 en 2011),
- 142 parcelles sur 65 exploitations pour lesquelles les itinéraires techniques ont été enregistrés à chaque étape des cultures de manière à favoriser une interprétation qualitative et dynamique des résultats
- une interprétation globale permettant à la rédaction de notes techniques accompagnant les résultats (9 notes rédigées et diffusées sur les sites web des partenaires) ainsi que d'articles parus dans la presse agricole départementale (5 articles parus).

Ces 3 années d'animation nous ont permis de tirer de grands enseignements sur le fonctionnement d'un tel réseau :

- Le point crucial, afin d'assurer la pertinence du réseau, réside dans la fiabilité des résultats des analyses et donc dans le respect des bonnes conditions de prélèvements (chaîne du froid, échantillonnage, qualité du prélèvement...). L'utilisation d'un laboratoire agréé pour les analyses de reliquats est un préalable indispensable.
- Le choix des parcelles de référence est une étape importante de manière à disposer de situations représentatives de la variabilité pédo-climatique régionale, de s'assurer de la disponibilité des agriculteurs pour recevoir le préleveur et fournir les informations techniques

En conclusion...

Les travaux menés dans le cadre de ce réseau nous ont permis de :

- Rappeler la cohérence des estimations réalisées avec le modèle ARVALIS,
- D'identifier les points clés d'organisation du réseau permettant l'interprétation des résultats,
- De faire de la pédagogie auprès des agriculteurs et de nos réseaux sur la dynamique de l'azote par le biais de la réalisation de notes et d'articles.

56% de successions céréales à paille/tournesol en zone dérogatoire, 30% de succession avec du maïs...

13 partenaires impliqués : ce réseau est piloté par la Chambre régionale d'agriculture de Midi-Pyrénées, avec l'implication technique forte, pour l'analyse des résultats et leur diffusion, des 8 Chambres d'agriculture, d'Arvalis, du CETIOM, de la FRC2A de Midi-Pyrénées.

concernant ses parcelles.

- La collecte des informations techniques "au bon moment" sur les parcelles est indispensable pour permettre l'interprétation des résultats (pluviométrie, fertilisation et rendement du précédent...).

- Les délais sont très courts pour la diffusion des résultats pour permettre aux agriculteurs de les intégrer dans leur bilan azoté. En effet, les prélèvements doivent être réalisés au plus près de la période de besoin (ex stade "épi 1cm" sur céréale) et les agriculteurs réalisent leur bilan azoté à cette même période.

Ainsi, les intérêts d'un tel réseau par rapport à des analyses individuelles sont :

- d'avoir des niveaux moyens de reliquats par cas-type (type de sol, succession culturale) et donc de typer les années climatiques et le niveau de reliquat moyen à attendre dans le sol,
- de s'affranchir des quelques "aberrants" que l'on retrouve à chaque campagne,
- d'éviter des résultats aléatoires et ininterprétables du fait d'une mauvaise gestion du prélèvement et/ou de l'analyse, et donc permet d'avoir un résultat fiable à intégrer dans le bilan azoté.

Cependant, par rapport à l'utilisation d'estimations, l'intérêt à grande échelle est limité du fait de la grande fiabilité des estimations. Cela permet tout de même de connaître plus précisément ce qu'il reste dans le sol dans des cas particuliers (cultures spéciales, conditions particulières avec apports organiques réguliers...).

Note réalisée par la CRAMP, les Chambres d'agriculture de Midi-Pyrénées, Arvalis et le CETIOM dans le cadre du Groupe Régional Nitrates



PUBLICATION DISPONIBLE SUR NOTRE SITE WWW.MP.CHAMBAGRI.FR
REPRODUCTION PARTIELLE AUTORISÉE AVEC MENTION D'ORIGINE