

ÉTUDE

RELIQUATS D'AZOTE

Analyses de reliquats d'azote minéral : Résultats sortie d'hiver 2016

572 analyses de reliquats d'azote minéral ont été réalisées sur le Tam, le Tam-et-Garonne, l'Aude et l'Aveyron entre le 7 janvier et le 30 mars, principalement sur céréales à paille dans un objectif d'utiliser la mesure du reliquat pour évaluer les besoins en azote de la plante avec la méthode des bilans. Les analyses de la fin de période (entre le 15 et le 30 mars) ont été réalisées en Aveyron (cultures plus tardives).

Les analyses ont été réalisées principalement par le Laboratoire de la Chambre d'agriculture de l'Aude et par le laboratoire AUREA pour les analyses de l'Aveyron (tous deux agréés pour la réalisation de ce type d'analyses).
Du fait de leur nombre relativement important, l'analyse de ces résultats permet de tirer de grandes tendances.

À RETENIR POUR VALORISER AU MIEUX LES RÉSULTATS

- Privilégier les analyses dont le résultat est valorisable : parcelles en céréales à paille sans fertilisation minérale préalable pour les reliquats en sortie d'hiver ou parcelles en cultures de printemps pour les reliquats au semis.
- Privilégier les analyses pour les précédents pour lesquels le modèle agro-climatique n'est pas paramétré, ou pour lesquels les écarts entre mesure et estimation sont élevés.
- Pour les situations avec un écart important entre mesure et estimation, le pilotage en végétation permet d'optimiser la fertilisation et de réajuster un dernier apport en fonction des besoins.

UN QUART DES ANALYSES SONT INUTILISABLES POUR LE RAISONNEMENT DE LA FERTILISATION !

Sur l'ensemble des analyses réalisées, 149 sont inutilisables dans le raisonnement de la fertilisation pour des raisons diverses car ont été réalisées :

- Sur des parcelles ayant déjà reçu une fertilisation minérale cette année (ce qui rend le résultat de l'analyse non fiable) ;
- Sur des cultures pour lesquelles l'analyse de reliquat en hiver ne peut être prise en compte : prairie, culture pour laquelle le reliquat d'azote minéral présente peu d'intérêt ou cultures de printemps, pour lesquelles l'analyse doit être réalisée au plus près du semis et avant le 1er mai.

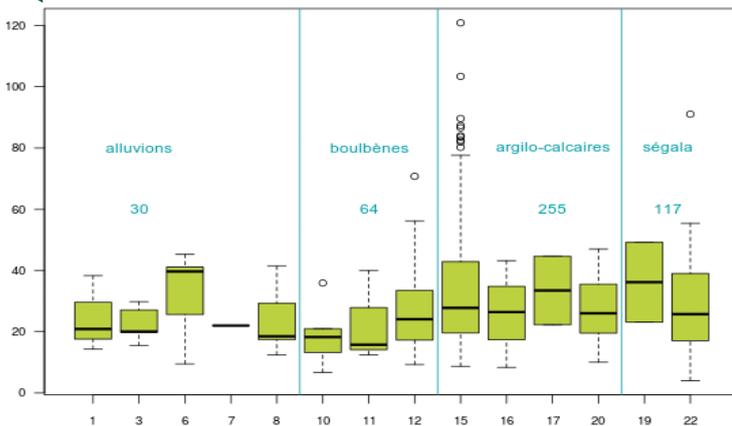
Il est donc indispensable d'orienter les agriculteurs vers des analyses dont le résultat est exploitable, à savoir :

- Des analyses de reliquat d'azote minéral effectuées au plus proche du stade épi 1cm sur céréales à paille Et sur des parcelles n'ayant pas reçu de fertilisation minérale préalable.
- Des analyses de reliquat d'azote minéral effectuées au plus proche du semis sur cultures de printemps.

435 MESURES ANALYSÉES

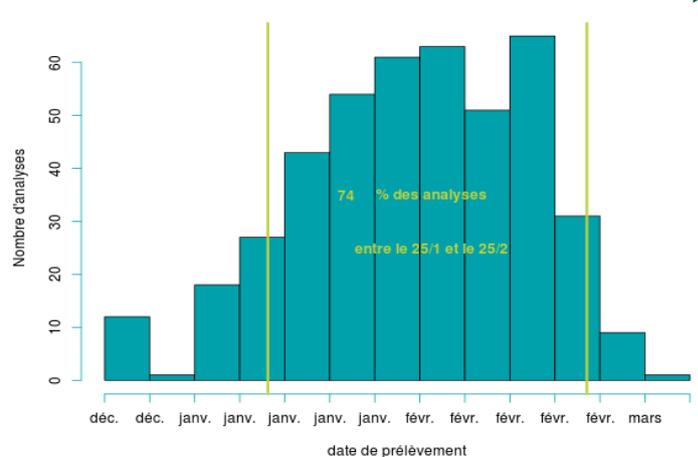
Le reliquat médian de l'ensemble de l'échantillon est de 26U, avec un écart-type de 18U. La valeur minimale est 5U sur 0-60cm de sol et la valeur maximale est de 120U.

Illustration 1 : Répartition des résultats par type de sol (reliquat d'azote minéral en U/ha)



Ces mesures se répartissent entre différents types de sols de la typologie utilisée pour la méthode des bilans en Midi-Pyrénées. Les sols argilo-calcaires sont les plus représentés : 58 % de l'échantillon. On n'observe pas de différence importante de niveau de reliquat d'azote en fonction du type de sol mais une plus grande variabilité des valeurs mesurées en sols argilo-calcaires.

Illustration 2 : Répartition des prélèvements dans le temps



74% des analyses ont été réalisées entre le 25/01 et le 25/02, c'est à dire à une période proche du stade épi 1cm. Cela signifie que les mesures réalisées peuvent être comparées aux estimations du modèle agro-climatique. En effet, le modèle agro-climatique permet d'estimer le poste « Ri + Pi », qui correspond au reliquat à l'ouverture du bilan (Ri) plus l'azote déjà absorbé par la culture (Pi). Cela permet donc d'approcher le reliquat au stade épi 1cm (Ri), qui correspond à l'ouverture du bilan.

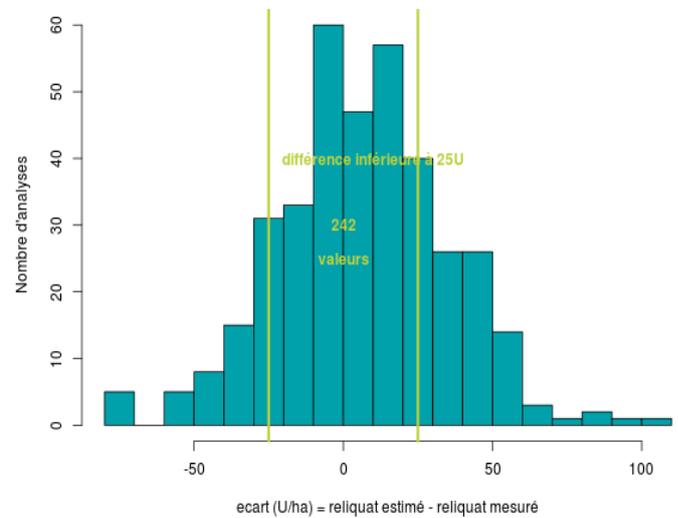
L'échantillon analysé comporte 375 parcelles avec des données parcelles complètes (précédent avec rendement et fertilisation, apports organiques et type de prairie précisé le cas échéant...) ce qui permet de disposer d'un reliquat estimé. Pour ces 375 situations, on peut réaliser une comparaison entre mesure et utilisation du modèle agro-climatique.

65% des valeurs ont une différence inférieure à 25U et la différence médiane est inférieure à 7U.

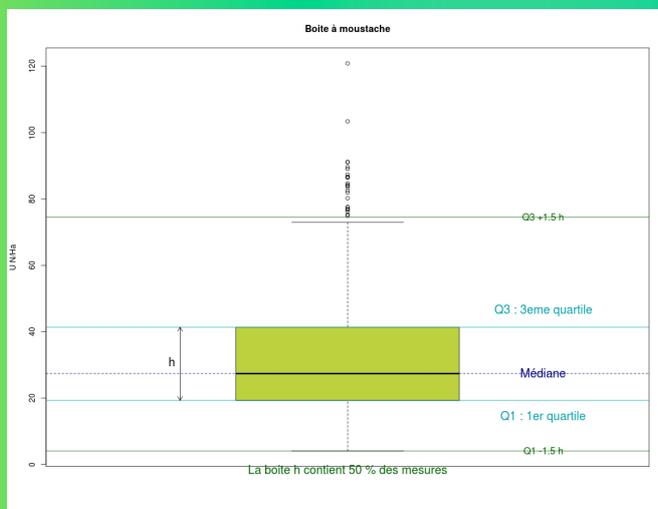
On peut identifier un écart encore plus resserré entre mesure et estimation pour les dates optimales de réalisation de la mesure, c'est à dire au plus près du stade épi 1cm, cette année entre le 25/01 et le 25/02.

Cependant, cela cache des disparités en fonction du type de précédent ou des spécificités du système, qui vont être détaillées dans la partie suivante.

Illustration 3 : Répartition des écarts entre reliquats mesurés et estimés



LES BOITES À MOUSTACHE



Les représentations graphiques sont réalisées majoritairement sous la forme de boîtes à moustaches, qui permettent de représenter la répartition de l'échantillon autour de la médiane.

La boîte (rectangle) correspond à l'écart entre le premier et le troisième quartile, elle représente donc 50 % des valeurs.

Les « moustaches » représentent quant à elles les premier et neuvième déciles.

Médiane (50 % des reliquats se situent au dessus de cette valeur)

Les points extrêmes représentent les valeurs non représentatives de l'échantillon.

GLOSSAIRE

Ri : Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan

Mh : Minéralisation nette de l'humus du sol

Mhp : Minéralisation nette due à un retournement de prairie

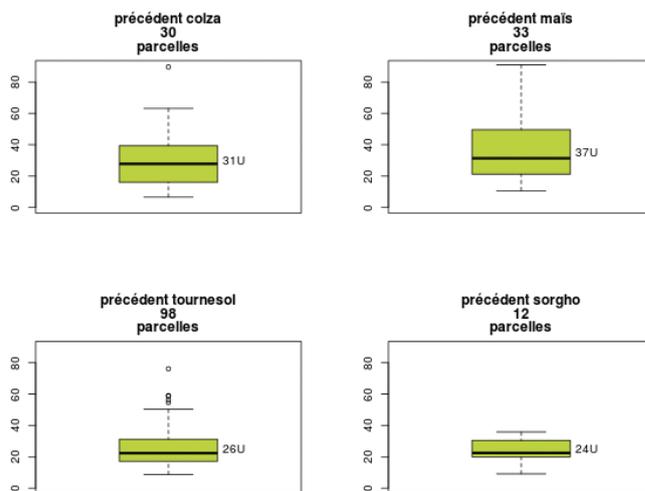
Ri + Pi : Quantité d'azote estimée prenant compte la quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan et la quantité d'azote minéral déjà absorbé par la culture à l'ouverture du bilan

DES DISPARITÉS SELON LE TYPE DE PRÉCÉDENT

Pour les précédents les plus fréquents (colza, maïs, tournesol et sorgho), il n'y a pas de différence significative entre la mesure et l'estimation. Ces 4 types de précédents recouvrent la moitié des parcelles (174). Pour ces situations, plus de 73 % des parcelles ont une différence médiane entre mesure et estimation inférieure à 25U. **Pour ces précédents, l'estimation par le modèle agro-climatique est très fiable.**

Pour la campagne 2016, la valeur médiane du reliquat varie entre 24 U pour le sorgho et 37U pour les précédents maïs.

Illustration 4 :
Reliquat mesuré pour les précédents «classiques»

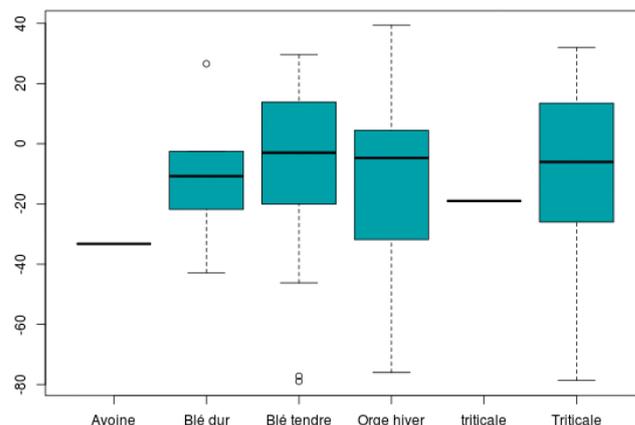


PRÉCÉDENT CÉRÉALES À PAILLE - 89 VALEURS

Illustration 5 :
écart entre mesure et estimation pour les précédents céréales à paille

On observe une différence statistiquement significative entre le Ri mesuré et le Ri estimé (Ri mesuré = 32U et Ri estimé = 23U en moyenne), même si cette différence est relativement faible au regard des niveaux de reliquats d'azote et de la précision de la mesure ou de l'estimation.

Si on regarde plus précisément en fonction du précédent, le reliquat mesuré est en moyenne de 10 U plus élevé (écart -10U) que le Ri calculé pour les précédents blés durs et triticales. Pour les blés tendres et orges (68 valeurs), cette différence est plus faible, de l'ordre de 2 à 4U en valeurs médianes.



PRÉCÉDENTS LÉGUMINEUSES - 31 VALEURS

On observe une différence significative entre le reliquat mesuré et le reliquat estimé : ce dernier étant significativement plus élevé que la mesure.

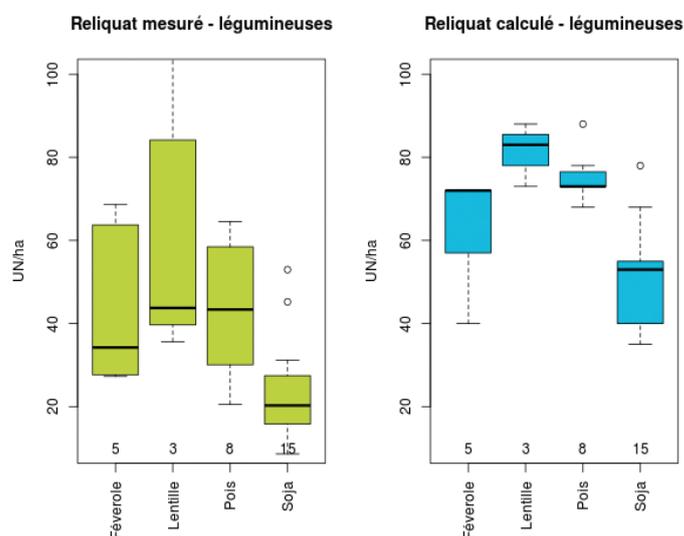
Pour tous les précédents légumineuses, **l'estimation est toujours plus élevée que la mesure**, avec une différence médiane de 33U).

Ces différences sont plus importantes que pour d'autres précédents et peuvent en partie venir de la méthode d'estimation du poste Ri + Pi qui dépend de la valeur A et du type de légumineuse, ou de la date à laquelle est réalisée l'analyse.

En tout état de cause, la restitution de l'azote fixé par la légumineuse à la culture suivante va dépendre de la cinétique de minéralisation des résidus des légumineuses, elle-même dépendante des conditions climatiques. La minéralisation peut être plus ou moins rapide et en ce qui concerne le début de l'année 2016, on fait l'hypothèse qu'elle a été plus lente et que la mesure ne rend pas totalement compte de la minéralisation. La restitution d'azote peut donc arriver plus tard dans le cycle de la céréale en place.

Dans cette situation, **le pilotage en végétation est un outil complémentaire indispensable** pour affiner le raisonnement et voir si l'azote a bien été restitué plus tardivement à la culture en place.

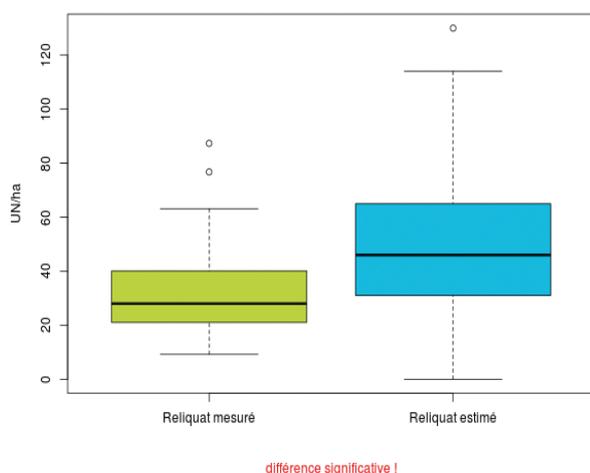
Illustration 6 : Reliquats d'azote mesurés et calculés pour les précédents légumineuses



CAS DES PARCELLES AVEC DES PRAIRIES DANS L'HISTORIQUE DE LA PARCELLE (95 SITUATIONS)

Le reliquat mesuré est en moyenne inférieur au reliquat estimé (17 U de moins en médiane) et à une exception près, cet écart est toujours positif (estimation > mesure). Cependant, l'estimation d'un certain nombre de paramètres entrant en compte dans le calcul du Mhp (Minéralisation nette due à un retournement de prairie) ou du Kp (coefficient lié au mode d'exploitation de la prairie) peut rendre le reliquat estimé moyen peu fiable.

Illustration 7 : Reliquats mesuré et estimé pour les parcelles avec des prairies dans la rotation (95)



Si on isole les précédents prairies (58 parcelles), c'est à dire les parcelles pour lesquelles la prairie a été détruite en 2015, le reliquat mesuré est en moyenne inférieur de 27 U au reliquat estimé (différence significative). La valeur médiane de la mesure est de 32U.

Comme pour les précédents légumineuses, les précédents prairies peuvent présenter une grande variabilité des résultats d'analyse en fonction de la date à laquelle la mesure est réalisée ou les conditions climatiques. Le relargage d'azote pour la culture en place peut donc être plus ou moins précoce et donc être inclus partiellement ou pas dans la mesure du reliquat au stade épi 1cm. C'est dans cette situation de précédent prairie **que le pilotage en végétation est indispensable pour compléter la mesure du reliquat** et ainsi recorriger le poste « Mhp » correspondant à la contribution d'un précédent prairie à la minéralisation.

PRÉCÉDENTS « AUTRES »

Pour un certain nombre de précédents moins fréquents, le modèle agro-climatique ne permet pas d'estimer le reliquat par manque de paramètres. Dans ces situations, la mesure a tout son intérêt. Voici donc les résultats moyens observés en 2016 (ainsi que le nombre d'observations) pour chaque type de précédent :

	Reliquat moyen mesuré (UN)	Nombre d'observations
Ail	21	1
Carotte PG	60	4
Lin	38	14
Phacélie	8	1
Pomme de terre	38	1
Sarrasin	25	2
Vigne	15	1

ZOOM SUR

LE MODÈLE AGRO-CLIMATIQUE D'ARVALIS ET LA VALEUR A LES PARAMÉTRAGES RÉGIONAUX SUD-OUEST

Les méthodes de raisonnement de la fertilisation azotée développées par les Instituts Techniques régionaux intègrent une estimation des reliquats d'azote. 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.

On observe une différence plus importante entre mesure et estimation pour les parcelles avec apports organiques (médiane de la différence à 14U) que pour les parcelles sans apports organiques (médiane 4U).

Si on distingue les résultats des parcelles ayant reçu une fertilisation organique par type de précédent, on observe plutôt des écarts positifs (d'environ 20U), c'est à dire une estimation supérieure à la mesure, pour les précédents type maïs (et en particulier maïs ensilage), méteil ou prairie alors que les précédents maïs (grain et semences), sorgho, tournesol, céréales ou colza ont plutôt des écarts négatifs ou proches de 0. Cette dichotomie s'explique peut être par le type d'exploitation ou de systèmes (plus tournés vers l'élevage) pour les premiers que les seconds (le type de sol n'est pas un facteur explicatif des différences).

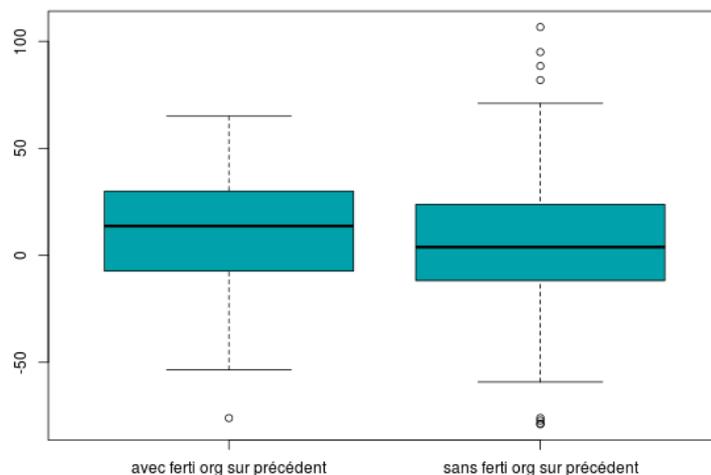
Pour les parcelles avec apports organiques, on peut distinguer les apports d'automne 2015 et les apports antérieurs, pour lesquels l'estimation se fait différemment.

Pour les apports d'automne 2015, la différence entre mesure et estimation est significative.

Le reliquat mesuré est inférieur au reliquat estimé. On peut faire les mêmes hypothèses de cinétique de relargage de l'azote que pour les précédents légumineuses ou prairies.

Par contre pour les apports antérieurs, la différence entre mesure et estimation n'est pas significative.

Illustration 8 : Différence entre reliquat mesuré et estimé pour les situations avec fertilisation organique à l'automne précédent (68 parcelles)

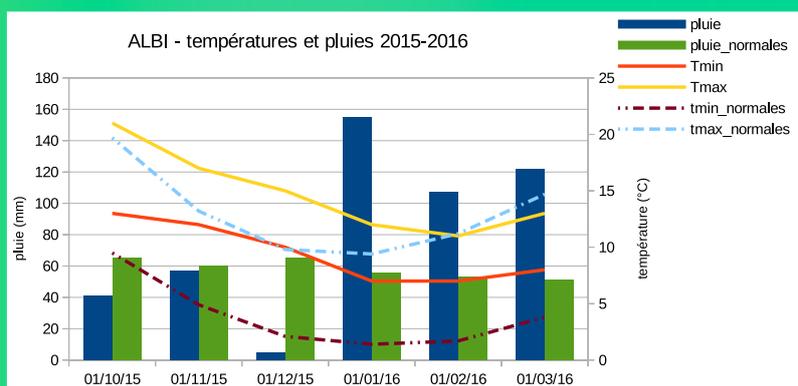


ZOOM SUR

LES CARACTÉRISTIQUES DE LA CAMPAGNE

La campagne 2015-2016 des cultures d'hiver a démarré avec des températures élevées et peu de pluie (automne 2015). A partir du début 2016, la pluviométrie a été importante accompagnée par des températures toujours douces jusqu'à fin février. La minéralisation automnale et hivernale a donc été assez élevée.

Les blés ont été très en avance, en particulier les blés durs, avec une production de végétation importante dans beaucoup de parcelles (liée aux températures douces et à la présence d'azote dans le sol, issu du processus de minéralisation).



Cette étude a été réalisée par Aline VANDEWALLE, Chambre régionale d'agriculture Languedoc-Roussillon Midi-Pyrénées, avec l'appui des Chambres d'agriculture de l'Aude, du Tarn et du Tarn-et-Garonne.

Cette étude bénéficie d'un financement CasDAR (Ministère de l'agriculture).