

Topical issue on:

**OIL- AND PROTEIN-CROPS AND CLIMATE CHANGE
OLÉOPROTÉAGINEUX ET CHANGEMENT CLIMATIQUE**

ARTICLE DE RECHERCHE – DOSSIER

OPEN ACCESS

Observation des pratiques de fertilisation azotée par un outil d'aide à la décision pour le colza

Pascal Simonin*

Reçu le 3 octobre 2016 – Accepté le 21 décembre 2016

Résumé – Les outils d'aide à la décision (OAD) pour la fertilisation azotée du colza se développent et permettent de conforter des pratiques de fertilisation. Afin d'optimiser les apports d'azote minéral, économiquement et énergiquement coûteux, Terres Inovia produit des données, accompagne les outils dans le système de culture. Nous relaterons ici une observation pluriannuelle de l'usage et de l'appropriation d'un outil satellitaire par les producteurs.

Mots clés : colza / azote / outil d'aide à la décision

Abstract – **Observation of nitrogen fertilization practices by a decision-support tool for oilseed rape.** Decision-support tools for nitrogen fertilization of oilseed rape are being developed to support fertilization practices. In order to optimize the inputs of mineral nitrogen, economically and energetically costly, Terres Inovia produces data, accompanies the tools in the culture system. We will report here a multi-year observation of the use and appropriation of a satellite tool by producers.

Keywords: oilseed rape / nitrogen / decision-support tools

1 Introduction

L'impact de l'agriculture sur l'environnement est en partie lié à l'azote, particulièrement sous forme de gaz à effet de serre (GES) tels que le protoxyde d'azote N_2O , éléments majeurs à gérer pour la production durable de biocarburants. En effet, pour être considérés comme « durables », les biocarburants doivent en premier lieu réduire d'au moins 35 % les émissions de GES par rapport à du gasoil, ce chiffre devant passer à 50 % en 2017, puis à 60 % en 2018 pour les biocarburants produits par de nouvelles installations. L'impact d'un biodiesel, en termes de production de GES, dépend pour environ 70 % de l'étape agricole, et pour environ 30 % du processus de transformation industriel, la part des transports étant minime (ADEME, 2002, 2010). Dans l'étape agricole, l'azote est le principal responsable des émissions de GES (en moyenne, près de 90 % du total). En 2009, l'Europe a publié les critères de durabilité à respecter pour qu'un biocarburant soit considéré comme durable et puisse être comptabilisé au regard des objectifs d'utilisation d'énergies renouvelables dans les transports. La directive 2009/28/CE dite « énergies renouvelables » (Journal Officiel de l'Union européenne, 2009) et la directive 2009/30/CE dite « qualité des carburants » ont introduit des exigences nouvelles en termes de durabilité des biocarburants (Guizouarn, 2015).

1.1 Le colza se distingue par des niveaux d'absorption élevés en azote

L'azote est un facteur de production majeur pour le colza : à la fois en termes d'élaboration du rendement, mais également en termes de charges opérationnelles.

Le besoin unitaire en azote pour le colza correspond à la quantité d'azote à absorber dans les plantes entières par quintal de graines produites aux normes (kg N aérien/q graines) lorsque la fertilisation est optimale (dose d'azote minimale nécessaire pour atteindre le rendement maximal).

Avec des besoins arrêtés récemment à 7 unités d'azote par quintal de graines produites à l'hectare selon le Comifer, la valeur du besoin unitaire diminue très rapidement dès lors que le rendement s'éloigne par défaut du rendement maximum (par exemple dans le cas d'un objectif de conduite en condition de limitation de la disponibilité en azote).

Différents travaux de Terres Inovia ont permis d'estimer que la quantité d'azote absorbé à la fermeture du bilan est proportionnelle au rendement, au moins pour les doses de fertilisation optimales et sub-optimales. Dans ces conditions, Pf (kg N/ha) = objectif de rendement (q/ha) × besoin unitaire (kg N absorbé/q de graines).

Cette valeur de Pf est néanmoins limitée à 300 kg N/ha (Fig. 1). Il a en effet été mis en évidence qu'au-delà de ce niveau, la quantité d'azote absorbé ne limitait plus le rendement.

* Correspondance : p.simonin@terresinovia.fr

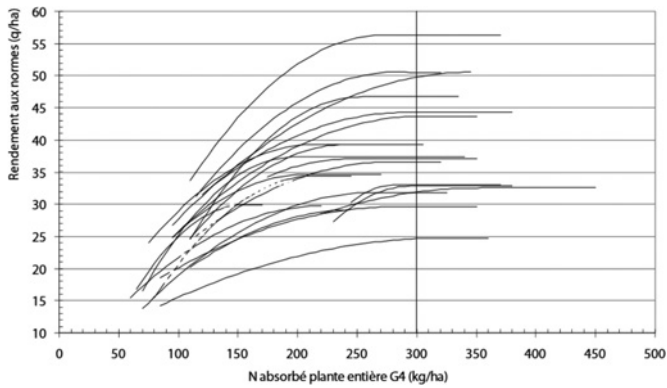


Fig. 1. Rendement en fonction de la quantité totale d'azote absorbé au stade G4 dans les parties aériennes $\times 1,25$; représentation des courbes de régression calculées par essai à partir des données moyennes par dose d'azote. Source : CETIOM, 23 essais « doses d'azote » (2008 et 2009).

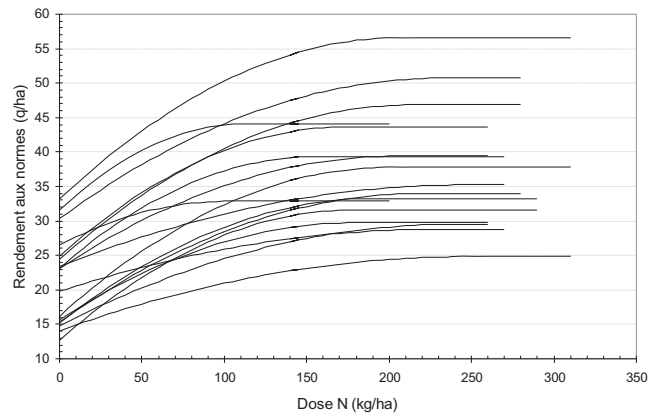


Fig. 2. Diversité des courbes de réponses du rendement à la dose d'azote (17 essais provenant d'un réseau multi-local mis en place en 2008 et 2009).

1.2 Développement des outils d'aide à la décision

Les outils disponibles pour le raisonnement de la fertilisation azotée du colza reprennent les recommandations formulées par le COMIFER en 2011. En France, le raisonnement de la fertilisation azotée du colza fait appel à la méthode du bilan de masse prévisionnel d'azote minéral dans le sol sur la profondeur explorée par les racines dont les bases remontent aux années 1970 (Hébert, 1969 ; Rémy et Hébert, 1977). Ce bilan s'écrit : État final – État initial = Entrées – Sorties. Sa forme développée complète comprend un grand nombre de postes (Comifer, 2011). Selon les outils auxquels on s'adresse, le niveau de simplification varie.

L'existence d'une corrélation entre la quantité d'azote absorbé dans les parties aériennes (kg N/ha) et le poids de matière fraîche aérienne (kg/m²) a permis à Terres Inovia de développer une méthode simplifiée dite de la « pesée », en proposant un outil d'aide à la décision pour la fertilisation azotée avec sa première Réglette azote en 1996. Depuis l'outil a été amélioré pour arriver en ligne en 2008, il est présent sur le Web et disponible sur smartphone depuis 2014 (Baillet *et al.*, 2014).

Grâce aux avancées de la technologie, le poids de matière fraîche aérienne peut également être estimé par voie satellitaire depuis quelques années ou, plus récemment, par drone. Des logiciels permettent de calculer les fournitures en azote du sol par des moyens dynamiques. Ces outils peuvent être complétés par des capteurs radiométriques permettant d'ajuster les apports en cours de végétation (Hébinguer et Le Chatelier, 2013).

1.3 L'azote et le rendement : quelle limite ?

Dans la majorité des situations, le rendement du colza s'accroît avec la disponibilité en azote jusqu'à atteindre un plateau à partir duquel l'azote n'est plus limitant pour le rendement. La vitesse de croissance du rendement en fonction de la disponibilité en azote est toutefois très variable en fonction des milieux. Ceci est illustré sur la Figure 2, qui présente des courbes de réponse du rendement à la dose d'azote absorbé (obtenues par ajustement des données observées à une fonction quadratique + plateau), dans des conditions pédoclimatiques variées françaises selon Champolivier *et al.* (2014) et Flenet (2012).

Dans les milieux à disponibilité en azote élevée, le rendement maximum peut être atteint sans apport complémentaire de fertilisation. La courbe de réponse du rendement à la dose d'azote apporté est alors plate. Un excès d'azote peut être néfaste pour le rendement de la culture en provoquant de la verse et/ou en favorisant l'apparition des maladies.

1.4 Confrontation avec les pratiques

Les enquêtes réalisées dans le cadre de la Démarche de progrès (PROLEA, 2016), engagée pour les biocarburants, montrent une certaine stabilité de la fertilisation moyenne alors que les rendements fluctuent en fonction des aléas climatiques annuels et des types de pédosols.

En effet les rendements, une des bases de la réflexion sur la fertilisation du colza, présentent une grande variabilité et semblent éloignés des potentiels de productivité de l'espèce avec des moyennes de rendement décennales proches de 31 q/ha en Grande-Bretagne de 33 q/ha en France, alors que les meilleurs résultats rapportés en grandes parcelles sont de 72 q/ha pour ce dernier. Diverses publications et observations en expérimentation montrent que les potentiels de l'espèce devraient approcher les 80 q/ha selon Hébinguer (2009) (Fig. 3), approche confortée par Berry et Spink (2006) qui estiment que, dans le contexte de la Grande-Bretagne, ce potentiel est de 65 q/ha. Ils considèrent par ailleurs qu'un certain nombre d'améliorations génétiques au niveau du fonctionnement de la plante permettraient d'atteindre 92 q/ha.

Il n'est pas rare d'observer des rendements d'un niveau très élevés dans la région sur laquelle porte l'étude.

2 Du bon usage des outils d'aide à la décision

L'observation de l'usage de certains outils d'aide à la décision (OAD) par les producteurs permet de comprendre certains résultats et d'adapter le conseil et la formation.

2.1 Matériel et méthode

Les pratiques de fertilisation azotée des producteurs ont été observées sur 4 années de 2007 à 2011 grâce à la

participation de quatre organismes stockeurs des Hauts de France proposant OAD satellitaire Farmstar-colza® : Unéal, Agora, Céréna et Noriap et leurs producteurs.

Farmstar-colza® est un outil de pilotage d'azote à la parcelle, développé depuis 2004. Airbus Defence and Space ont mis en commun leurs savoir-faire et leurs outils pour permettre la conception de Farmstar. Ce service offre une gamme complète d'informations et de conseils sur l'état des cultures. Basé sur l'expertise de Terres Inovia pour le colza, Farmstar-colza® utilise les images satellites pour estimer la biomasse du colza en entrée et sortie hiver. Avec plus de 250 points de mesure pour une parcelle de 10ha, Farmstar s'affranchit de la pesée, fournit un conseil zoné en fonction de la variabilité de développement du colza et génère une carte de préconisation selon la biomasse du colza.

D'une année sur l'autre, la biomasse des colzas varie de quelques centaines de grammes à plus de 3 kg/m² avec également une forte amplitude pour une même année. La date de levée, la variété, le type de sol, l'apport ou non de matière

organique et la météo expliquent ces variations. Cet OAD permet de prendre en compte ces facteurs et d'affiner le conseil au plus près des besoins entre les parcelles, voire au sein d'une même parcelle. En cas d'hiver rigoureux, grâce à l'estimation de la biomasse entrée et sortie hiver, l'outil permet de prendre en compte les pertes de feuilles et d'intégrer l'azote restitué pour ajuster au mieux le conseil.

Notre échantillon a été obtenu de façon aléatoire *via* des enquêtes parvenues par voie postale aux producteurs en contractualisation Farmstar-colza® dans les 4 organismes précités. Les données ont été analysées par Terres Inovia. Les données de 2007, année de lancement de l'opération, sont incomplètes ; elles ne nous permettent pas de détailler les biomasses, par exemple, mais permettent d'observer les pratiques. Les trois années suivantes nous apportent des informations pertinentes sur les biomasses et le traitement de ces dernières dans le conseil.

Les quatre années climatiques sont contrastées et permettent des développements de biomasses divers dans le **Tableau 1** :

- 2007 : croissance hivernale, année très humide et hiver marqué : données insuffisantes en année de lancement de l'étude ;
- 2009 : biomasse modeste et pertes modérées : 13 % ;
- 2010 : bonne croissance automno-hivernale, hiver froid avec pertes de biomasse conséquentes : -26 % ;
- 2011 : biomasse importante avec pertes modestes en hiver : -13 %. Suivi d'un déficit hydrique au printemps 2011.

L'analyse prend en compte des facteurs disponibles dans l'outil, complétés par des enquêtes de rendement auprès des producteurs, sans pouvoir disposer du détail des caractéristiques parcelles : contexte pédoclimatique, les quantités d'azote absorbé par la plante, l'humus du sol, la présence des nitrates et leur devenir, les fournitures du sol...

La dispersion des biomasses interannuelles se matérialisent sur la **Figure 4**. L'année 2011 se distingue particulièrement par

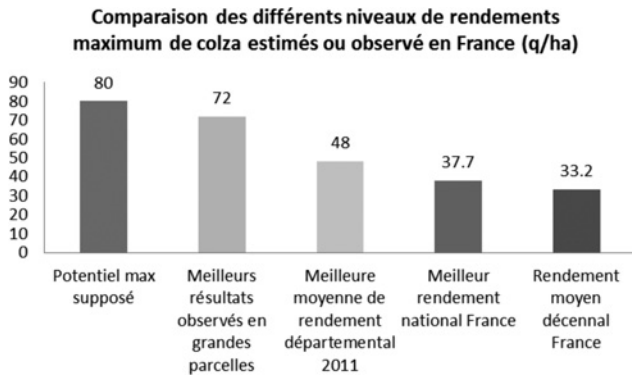


Fig. 3. Des potentiels de l'espèce colza bien au-delà des rendements pluriannuels.

Tableau 1. Répartitions des parcelles enquêtées et biomasse par année.

Année	Nombre de parcelles	Biomasse moyenne Entrée hiver	Biomasse moyenne Sortie hiver	% d'évolution Entrée-Sortie d'hiver
2007	111	Données partielles	Données partielles	-
2009	192	0,746	0,648	-13 %
2010	142	0,865	0,643	-26 %
2011	196	0,863	0,753	-13 %

Principe de la méthode du bilan additif utilisé dans les OAD pour le colza en France :

$$X = [(b \times y) + Rf] - (Pi + Ri + M + Mha + Mpro1 + Fleg + Fass)$$

X : dose d'azote à apporter (kg N/ha)

b : besoin unitaire en kg N absorbé à la fermeture du bilan / q de graines produites (/ha)

y : objectif de rendement (q/ha aux normes)

Pi : quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan (kg N/ha)

Rf : quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan (kg N/ha)

Ri : quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (kg N/ha)

M : minéralisation nette de l'humus et des résidus de récolte du précédent (kg N/ha)(Mh + Mr)

Mha : fourniture d'azote liée à l'historique d'apport de PRO

Mpro1 : minéralisation nette de l'azote organique des PRO apportés l'année de la culture avant l'ouverture du bilan (kg N/ha)

Fleg : supplément de fourniture d'azote lié à un précédent pois protéagineux (kg N/ha)

Fass : supplément de fourniture d'azote lié à des cultures compagnes (kg N/ha).

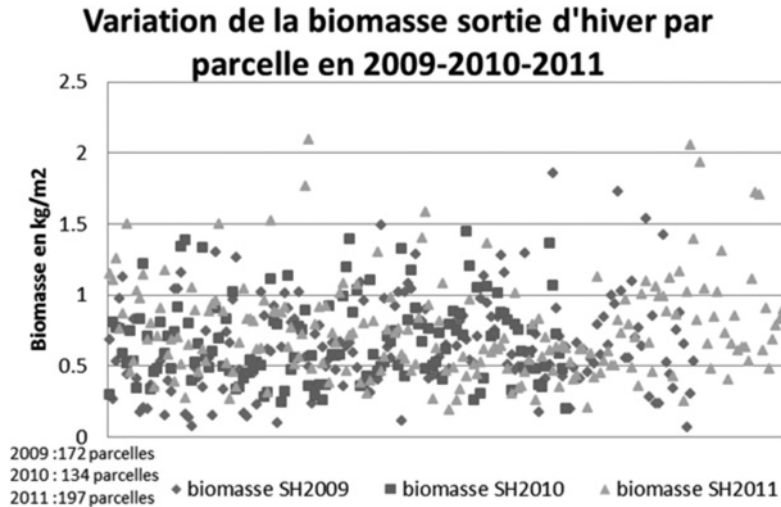


Fig. 4. Variabilité des biomasses interannuelles sur 2009, 2010 et 2011.

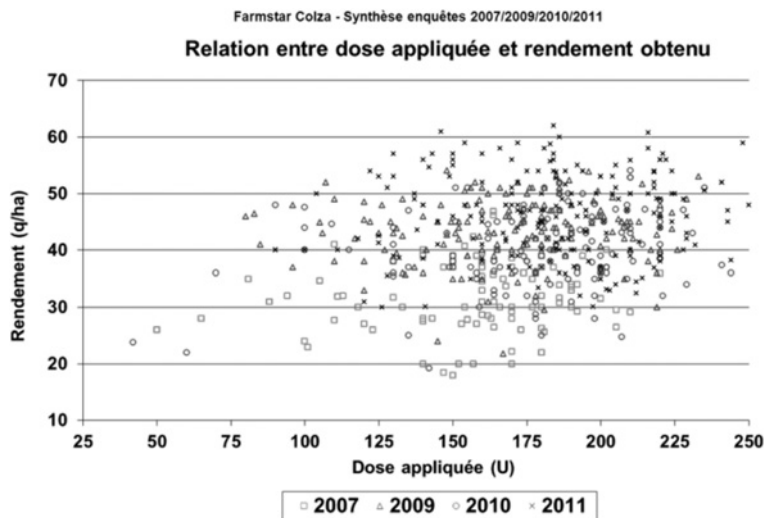


Fig. 5. Diversité des rendements pour des doses variables, prendre en compte plante et parcelle, intégrer la biomasse des plantes pour le calcul des doses.

un nombre de parcelles à biomasses proches de 1 kg/m² en sortir d'hiver.

Les résultats montrent ainsi la disparité que l'on peut observer entre les pratiques de fertilisation et le rendement.

Les potentiels de rendement de la région sont élevés, souvent égaux ou supérieurs à 40 q/ha. Les producteurs ajustent leurs objectifs de rendement en fonction de ce potentiel.

Conformément à notre expertise, ce ne sont pas les parcelles recevant le plus d'azote qui obtiennent les plus hauts rendements. La Figure 5 montre le peu de lien direct observé à l'issue de 3 campagnes entre dose d'azote et rendement. En effet, des rendements entre 40 q/ha et plus de 60 q/ha sont observés, sur 3 années, pour des doses d'azotes comprises entre 75 et 250 µ. Les doses supérieures à 200 µ n'assurent pas une garantie de rendement élevé : fourchette entre 25 et plus de 60 q/ha. On remarque surtout sur ce graphique, l'effet annuel sur le rendement et non l'effet dose. En 2011, on peut réaliser plus de 50 q/ha avec une dose appliquée < 150 µ.

L'analyse des pratiques des producteurs ou leur niveau d'appropriation des résultats d'un OAD fait l'objet d'observations plus affinées permettant le constat du décalage entre les conceptions à l'origine des outils et leurs utilisations pratiques.

Dans cet échantillon, les agriculteurs sont fortement impliqués : ils ont acquis les prestations de l'outil et sont acteurs du paramétrage des données d'entrée : objectif de rendement, historique, apports et forme de matière organique, type de sol.

2.2 Que se passe-t-il à partir du moment où l'outil a fourni une indication de doses d'azote et la cartographie de répartition sur la parcelle ?

La Figure 6 rapporte les doses que conseille l'outil, suite aux choix des paramètres d'entrée (potentiel, sol, apports de matière organique...) afin d'arriver à une dose conseillée confrontée au choix d'apport réalisé par le praticien.

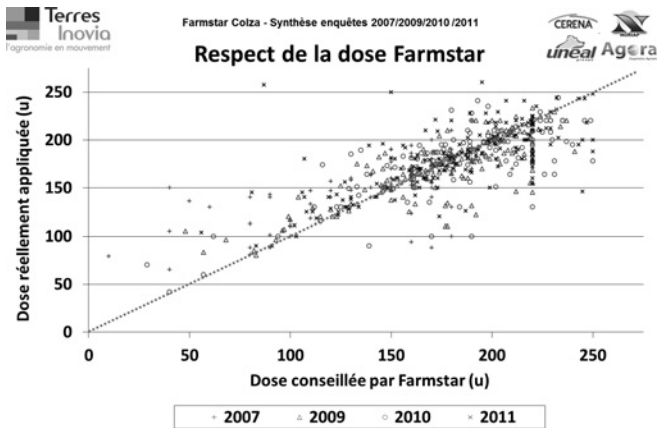


Fig. 6. L'analyse du différentiel entre les propositions de l'OAD et les pratiques de fertilisation laisse apparaître une déviation.

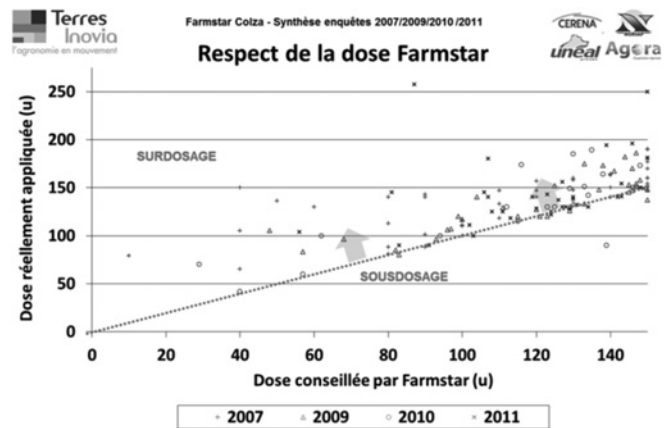


Fig. 8. Les doses trop faibles proposées par l'outil sèment le doute et favorisent le surdosage.

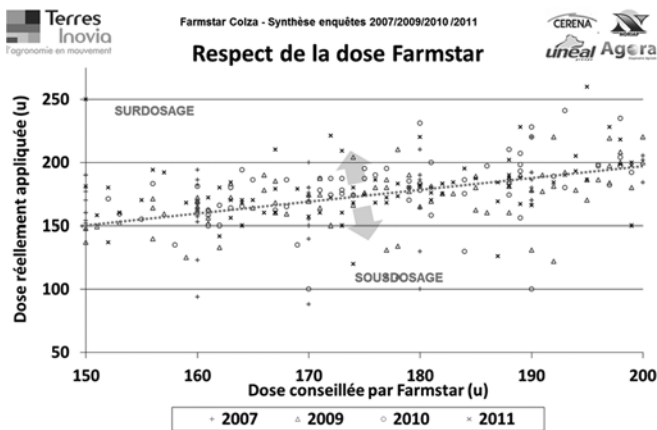


Fig. 7. Respect des OAD pour des doses « habituelles ».

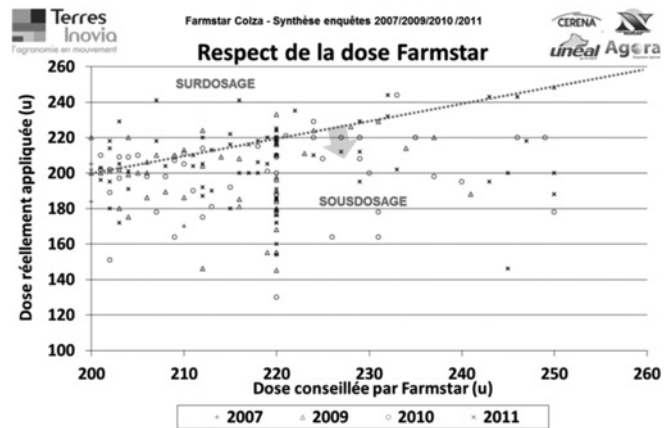


Fig. 9. Même les doses supérieures ne sont pas respectées et entraînent du sous-dosage.

La répartition de part et d'autre de la bissectrice nous montre qu'il n'y a pas d'alignement systématique entre pratique et conseil. Nous nous proposons de détailler les données globales de la Figure 6. En effet, on peut remarquer 3 plages qui correspondent à 3 tendances dans les pratiques de fertilisation.

Les propositions de l'outil sont proches des pratiques habituelles ou s'en éloignent en proposant des doses inférieures ou supérieures.

Lorsque l'outil propose des doses de fertilisation proches des doses « habituelles » : dose $X = 150 \mu < X < 200 \mu$ (Fig. 7). Dans ce cas, on assiste à un ajustement de la dose appliquée sur la dose Farmstar-colza® conseillée. La dose proposée par l'outil est globalement respectée.

Si l'outil propose des doses « faibles » par rapport aux pratiques traditionnelles ou aux pratiques moyennes régionales $X < 150 \mu$. La dose Farmstar-colza®, inférieures aux doses « habituelles » n'est pas respectée (Fig. 8) ; une dose de 120 unités d'azote n'est pas rassurante. Bien que les expérimentations aient montré la fiabilité de ces outils, quand les doses conseillées par l'outil sont faibles, rares sont les producteurs qui le respectent sur une parcelle ou une partie de parcelle, ce qui induit un surdosage.

Dernier cas : les doses proposées sont plus importantes que les doses « habituelles » : $X > 200 \mu$, (Fig. 9). À des doses conseillées élevées, le sous-dosage est majoritaire, alors que le non-respect de cette dose peut impliquer des pertes de rendement. Au-dessus de 235μ , il n'y a plus de respect du conseil pour ces échantillons.

Nous avons quantifié les différentiels de dosage moyen par plage observés sur la Figure 10. La fluctuation est proche de 20 kg d'azote à l'hectare dès que l'on s'éloigne des doses « habituelles ».

Le respect des doses de fertilisation azotée est en lien avec les émissions de GES et les coûts de production du colza. Il peut avoir des effets collatéraux.

3 Conclusions

Les OAD pour la fertilisation azotée du colza sont largement diffusés en France. Ils ont fait l'objet de tests et de validations dans les différentes régions par Terres Inovia, et ses partenaires.

Ces OAD, quel que soit leur niveau de sophistication, ne restent qu'un indicateur pour le producteur et peuvent

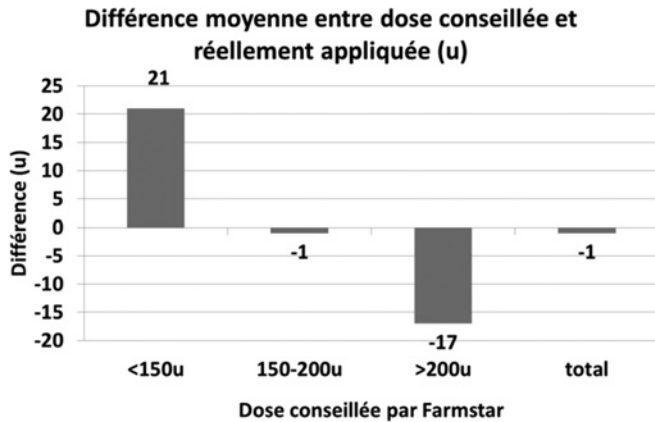


Fig. 10. Quantification moyenne de la variation de dose d'azote en fonction du conseil de l'OAD.

contribuer à bousculer l'ordre établi. En effet, depuis de nombreuses années, les producteurs se réfèrent fréquemment à des doses « habituelles » correspondant aux préconisations moyennes antérieures des instituts.

Dans un contexte économiquement difficile, soumis aux fluctuations du coût des intrants et d'instabilité des prix de leur production, il est rassurant de se rattacher à des points de repère jugés efficaces jusqu'alors. Des inquiétudes sur d'éventuelles pertes de rendement peuvent rester un frein au même titre qu'une apparente complexification des pratiques au sein des parcelles, en l'absence de généralisation d'outils de modulation des apports.

Cependant, dans les régions où l'usage de ces outils est installé de longue date, on peut assister à une meilleure adéquation conseil/usage. Il est souvent question d'appropriation et de confiance en l'outil.

Pour un objectif de production durable, l'adaptation des doses à la parcelle doit se poursuivre et d'autres sources d'azote sont à mobiliser.

4 Perspectives

4.1 Au-delà du bon usage des OAD une nécessité de développer d'autres pistes de recherches pour le colza

Sans lien systématique avec la productivité, la fertilisation azotée reste à gérer au mieux avec les outils disponibles. Pour y parvenir (Pilorgé *et al.*, 2006), de nouveaux défis scientifiques et techniques sont à relever, de gros efforts de recherche et développement sont en cours pour trouver les moyens de capter l'azote atmosphérique dans les rotations *via* les légumineuses et au travers des systèmes de cultures. Des moyens de recherche génétique sont actuellement déployés pour parvenir à une meilleure efficacité de l'azote. Les résultats de ces différents travaux sont attendus pour conforter la durabilité du colza et, par là même, une part importante de ses débouchés. Le projet RAPSODYN va permettre d'évaluer de nouvelles approches de sélection et de générer des outils pour la sélection de variétés améliorées, tout en adaptant les pratiques culturales.

4.2 Trouver de nouvelles sources de protéines dans le système

Par la fixation symbiotique, les légumineuses ont non seulement la capacité d'assurer leur propre alimentation azotée mais aussi celle d'enrichir le milieu d'une partie de cet azote et d'en faire bénéficier les plantes qui les accompagnent dans la rotation et tout particulièrement celles qui leur succèdent.

Dans le cadre d'un projet CASDAR récent, des essais visant à étudier l'intérêt de la succession pois – colza ont permis de confirmer tout l'intérêt de cette adaptation de la rotation. À dose équivalente, le rendement du colza succédant au pois est sensiblement amélioré avec un effet d'autant plus marqué que la dose de fertilisation minérale apportée est basse.

Une autre voie est en cours de développement : l'association, au moment du semis, d'une légumineuse gélive avec le colza. Des résultats montrent que ce type d'association peut se traduire, dans certaines circonstances, par une absorption accrue d'azote par le colza.

Afin de concilier la productivité, la rentabilité et le respect de l'environnement (usage des intrants notamment les engrais azotés minéraux, énergie fossile et produits phytosanitaires, stock de matière organique, gaz à effet de serre) au travers du GIS CH-HP2E, Arvalis-Institut du végétal, l'ITB et Terres Inovia développent une approche novatrice à l'échelle du système de culture afin de contribuer à la mise au point de systèmes multi-performants (Cadoux et Sauzet, 2016). Cinq plates-formes sont installées dans des milieux contrastés. Ce travail s'effectue en lien avec des groupes de travail concentrant 730 producteurs.

Références

- Ademe, Direm. 2002. Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production de biocarburants. *Rapport technique Ecobilan*, PriceWaterhouseCoopers, ADEME, DIREM.
- ADEME. 2010. http://agriculture.gouv.fr/sections/presse/5022/communiqués/remise-etude-suranalyse/downloadFile/FichierAtache_2_f0/rapport_final_acv_Biocarburants_France_version-definitive.pdf?nocache=1270718762.51Ademe.fr Agriculture et environnement.
- Baillet A, Champolivier L, Flenet F, CETIOM. 2014. Perspectives agricoles, colza nouveau calcul de la fertilisation azotée, n° 416.
- Berry PM, Spink JH. 2006. Centenary Review. A physiological analysis of oilseed rape yields, Past and future. *J Agric Sci* 144: 381–392.
- Cadoux S, Sauzet G. 2016. *Point technique de Terres Inovia*, Colza associé à un couvert de légumineuses gélives.
- Champolivier L, Baillet A, Flénet F, Wagner D, CETIOM. 2014. Nouvelle réglette azote colza du CETIOM, Formalismes et paramètres. Note de synthèse à destination du Comité de Pilotage du COMIFER.
- Comifer : http://www.comifer.asso.fr/images/pdf/Fiches_cultures/fiche-culture_colza-hiver.pdf
- Flenet F. 2012. Mitigation of greenhouse gas emissions in the French winter oilseed rape in order to produce sustainable biodiesel. *OCL* 19(3): 164–168. doi:10.1684/ocl.2012.045
- Farmstar : <http://www.farmstar-conseil.fr/conseil-colza.html>.
- Guizouarn K. 2015. Mise en pratique du schéma 2BSvs dans le groupe industriel Sofiprotéol : étude de cas sur toute la filière (de l'agriculteur au pétrolier). *OCL* 22(1): D106.

- Hébert J. 1969. La fumure azotée du blé tendre d'hiver. *Bull Tech Inf* 244: 755–766.
- Hébinge H. 2009. N fertilization decision support systems for WOSR based on a predictive balance sheet method, European Workshop “N fertilization of winter oilseed rape”, 23–24 March 2009, Berlin, Germany, Disponible sur http://www.pflanzenbau.unikie.de/veranstaltungen/nduengung_wraps/Hebinger.pdf.
- Hébinge H, Le Chatelier D. 2013. Édition France Agricole. Le colza. *Agriproduction* 114–123, 193–197.
- Pilorgé E, Evrard J, Flenet F, Pinochet X, Reau R. 2006. Colza et apports azotés : enjeux d'une compétitivité durable et voies de recherche. *Oléagineux Corps Gras Lipides* 13(6): 378–383, doi:10.1051/ocl.2006.0088
- PROLEA : Haut du formulaire. <http://www.toutsurlepouvoirdesfleurs.com/index.php?id=demarchede progres>
- Rémy JC, Hébert J. 1977. Le devenir des engrais azotés dans le sol. *C R Acad Agric Fr* 63 (11): 700–710.

Pour en savoir plus

Bas du formulaire

- Filière Diester, La démarche de progrès. *Prolea*. RAPSODYN. Disponible sur <http://www.rapsodyn.fr/>.
- Schneider A, Huyghe C. 2015. Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables. Éditeur QUAE.
- Terres Inovia. Disponible sur <http://www.terresinovia.fr/colza/cultiver-du-colza/fertilisation/azote/biomasse/>.
- Van Boxsom A. 2011. Terres Inovia. *Analyse de données en lien avec les OS et Farmstar-colza*®, non publiée.

Citation de l'article : Simonin P. 2017. Observation des pratiques de fertilisation azotée par un outil d'aide à la décision pour le colza. *OCL*, 2017, 24(1) D105.