

Évaluation du conseil de fertilisation en colza



Ce document doit être cité comme suit :

Vandenberghe C., Lefébure K., Bachelart F., Colinet G., 2020. *Evaluation du conseil de fertilisation en colza*. Dossier GRENeRA 20-07, 15 p. In Vandenberghe C.¹, De Toffoli M.², Durenne B.³, Bachelart F.¹, Imbrecht O.², Lefébure K.¹, Williscotte F.³, Hawotte F.³, Weickmans B.³, Huyghebaert B.³, Lambert R.², Colinet G.¹, 2021. *Programme de gestion durable de l'azote en agriculture wallonne et volet eau du programme wallon de réduction des pesticides – Rapport d'activités final 2020 des membres scientifiques de la Structure d'encadrement PROTECT'eau*. Université catholique de Louvain, Centre wallon de Recherches agronomiques et Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech.

Table des matières

1. INTRODUCTION.....	3
2. MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	4
2.1. PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL	4
2.2. ECHANTILLONNAGE DE SOL.....	6
2.3. CONSEIL DE FERTILISATION AZOTÉE.....	7
3. CONTEXTE CLIMATIQUE.....	8
4. RÉSULTATS.....	9
4.1. INFLUENCE DE LA FERTILISATION SUR LE RENDEMENT	9
4.2. INFLUENCE DE LA FERTILISATION SUR LE RELIQUAT AZOTÉ POST RÉCOLTE	11
4.3. INFLUENCE DE LA FERTILISATION SUR L'APL	12
5. DISCUSSIONS.....	14
5.1. EVALUATION DU CONSEIL DE FERTILISATION.....	14
5.2. IMPACT DE LA FERTILISATION AZOTÉE SUR LE RENDEMENT, LE RELIQUAT POST RÉCOLTE ET LE RELIQUAT APL	14
6. CONCLUSION	15

¹ Gembloux Agro-Bio Tech (ULiège) - GRENeRA

² Earth and Life Institute (UCLouvain)

³ Centre wallon de Recherches agronomiques

1. Introduction

Le colza occupe près de 3 % de la superficie agricole wallonne. Il se cultive essentiellement dans le Condroz, en Famenne et dans la région limoneuse (figure 1). Planté en fin d'été, le colza a la particularité de prélever en automne l'azote minéral présent dans le sol.

Cependant, les mesures de reliquat azoté dans le sol effectuées peu après la récolte ont révélé par le passé des situations très contrastées parmi les parcelles du Survey Surfaces Agricoles (Dossier GRENeRA 15-10). Parmi les pistes mises en avant pour expliciter ce constat figure une 'mauvaise' prise en compte de l'effet des engrais de ferme apportés avant le semis dans le raisonnement de la fertilisation minérale complémentaire.

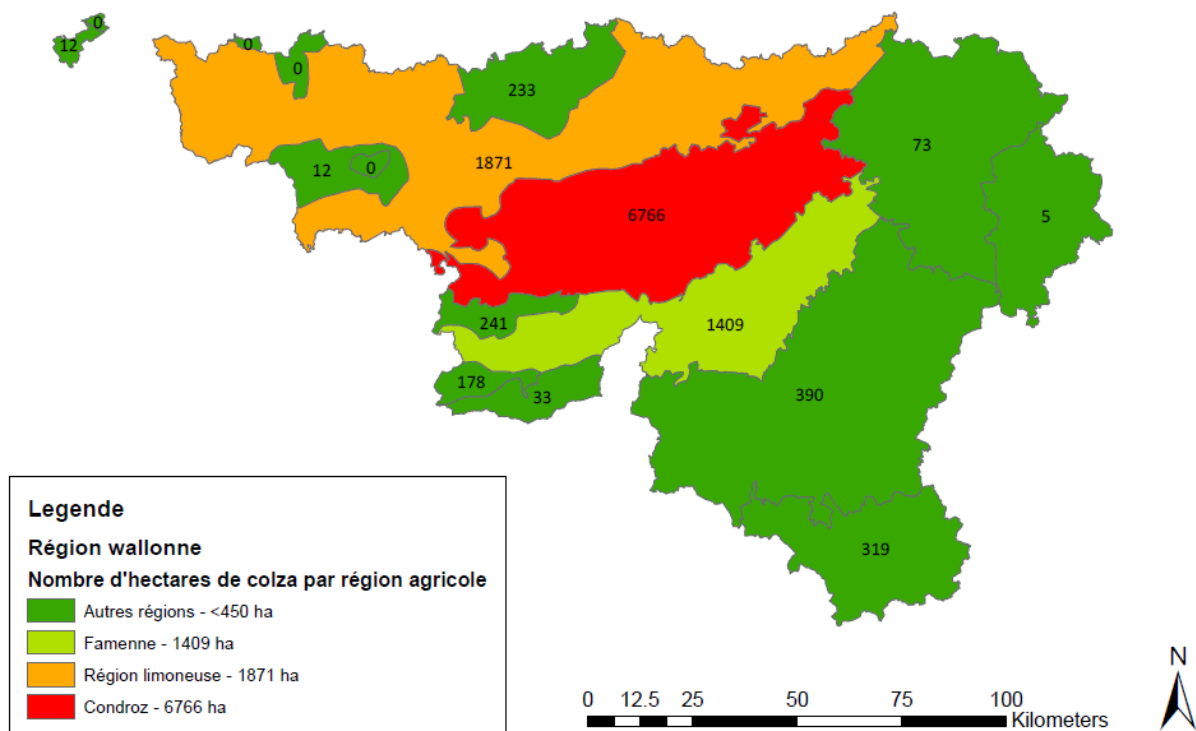


Figure 1 - Distribution spatiale du colza en Région wallonne (pour chaque région agricole, le nombre d'hectares semés est inscrit sur la carte)

C'est donc avec un regard critique oscillant entre préservation de l'environnement et rendement des cultures que ce présent rapport abordera la question du conseil de fertilisation en colza après un apport de matière organique. Ce rapport complète les expérimentations réalisées en 2014 et 2015 (Dossier GRENeRA 15-10) ainsi qu'en 2016 (Dossier GRENeRA 16-07) dans des situations sans apport d'engrais de ferme.

L'influence du type et de la dose d'apport d'azote organique et/ou minéral sur le rendement, le reliquat azoté post récolte ainsi que le reliquat APL (azote potentiellement lessivable) sera étudiée et commentée.

2. Matériel et méthode

2.1. Protocole expérimental

Les essais ont été menés aux Isnes (commune de Gembloux) sur un sol limoneux à drainage favorable. La parcelle a été divisée en 48 placettes de 8 x 18m (figure 2). Au moment du semis, à la mi-septembre, la présente étude comporte alors deux objets (avec ou sans apport de fumier):

Le fumier a été épandu préalablement (28 août 2019) sur la parcelle d'essai par l'entreprise agricole de Luc Debilde. La dose de fumier épandue a été quantifiée une première fois après deux passages de l'épandeur en dehors du parcellaire expérimental.

La dose a été remesurée sur la première (grande) parcelle (photo ci-dessous) de la parcelle d'essai.



A chacun des cinq points de mesure, quatre bacs ont été disposés pour former un rectangle. Ainsi la masse de vingt bac a été mesurée (tableau 1). En disposant les bacs en rectangle, le fumier peut rebondir et ressortir d'un bac mais il a plus de chance de retomber dans un bac adjacent. La tare des bacs est de 0.750 kg.

Tableau 1. Mesure de la quantité de fumier épandu

Masse non tarée [kg]			
1.360	1.580	1.995	1.330
1.030	0.9335	1.345	1.070
1.165	1.030	1.195	1.200
1.210	0.945	1.095	1.020
1.125	1.070	1.760	1.255

La masse moyenne de fumier par bac est donc de 0.486 kg. Les bacs mesurent 0.563 x 0.415 m., soit 0.234 m². On peut donc établir que la masse de fumier épandue est d'environ 23 t.ha⁻¹. Selon les dire de l'entrepreneur, il y a environ 25 t.ha⁻¹.

Le dosage des éléments fertilisants a été réalisé par le BEAGx (GxABT). Ces résultats sont résumés dans le tableau 3.

Tableau 2. Teneurs et dose d'éléments nutritifs (N, P, K) apportés par le fumier

Élément	Concentration (kg.t ⁻¹)	Quantité apportée (kg.t ⁻¹)
N total	5.05	116
P ₂ O ₅	2.9	67
K ₂ O	9.5	219

Le choix d'une dose réduite de fumier (23 t.ha⁻¹.au lieu au d'une pratique courante de « 40 » t.ha⁻¹) repose sur trois objectifs en matière de valorisation d'engrais de ferme :

1. fournir les besoins en phosphore et potasse du colza (respectivement 70 et 40 kg .ha⁻¹ dans le contexte d'un sol non carencé)⁴ ;
2. maximiser l'efficacité azotée du fumier⁵ ;
3. limiter la quantité d'azote minéralisable à partir de la sénescence du colza afin de réduire l'impact sur l'APL.

Le sol de la parcelle a été remanié (déchaumeur) directement après l'épandage de façon à limiter au maximum les pertes d'azote par volatilisation d'ammoniac.

En sortie d'hiver, les modalités 'azote minéral' ont été distribuées sur les 48 placettes. Dès lors, nous retrouvons les objets décrits dans la Section 2.5.

Fumier						
8	11	12	+	7	9	10
50 uN	200 uN	250 uN		0 uN	100 uN	150 uN
Sans fumier						
2	5	1	+	4	6	3
100 uN	250 uN	0 uN		200 uN	300 uN	150 uN
Fumier						
11	9	10	+	12	7	8
200 uN	100 uN	150 uN		250 uN	0 uN	50 uN
Sans fumier						
6	3	5	+	2	4	1
300 uN	150 uN	250 uN		100 uN	200 uN	0 uN
Fumier						
12	10	8	+	11	7	9
250 uN	150 uN	50 uN		200 uN	0 uN	100 uN
Sans fumier						
3	4	6	+	1	2	5
150 uN	200 uN	300 uN		0 uN	100 uN	250 uN
Fumier						
7	8	9	+	10	11	12
0 uN	50 uN	100 uN		150 uN	200 uN	250 uN
Sans fumier						
1	2	3	+	4	5	6
0 uN	100 uN	150 uN		200 uN	250 uN	300 uN

Figure 2 - Plan et organisation des différents objets

⁴ <https://www.terresinovia.fr/-/fertilisation-du-colza-phosphore-et-potasse>

https://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotechnie-temperee/appo/Menu/conduite_des_cultures/Colza/Culture%20de%20colza%20L%20essentiel.pdf

⁵ L'efficacité (quantité d'azote fournie par tonne de fumier) est inversement proportionnelle à la quantité apportée.

Les différents traitements appliqués sont décrits dans le tableau 3. En ce qui concerne l'apport de fumier, la quantité respecte la norme maximale en vigueur. Pour chaque objet, quatre répétitions ont été mises en œuvre pour validation statistique des résultats de l'expérimentation. Dès lors, nous retrouvons les 48 placettes représentées à la figure 2.

Tableau 3. Fertilisation minérale et organique des objets étudiés

Numéro de l'objet	Fertilisation organique (kg N/ha)	Fertilisation minérale (kg N/ha)
1.	0	0
2.	0	100
3.	0	150
4.	0	200
5.	0	250
6.	0	300
7.	116	0
8.	116	50
9.	116	100
10.	116	150
11.	116	200
12.	116	250

2.2. Echantillonnage de sol

Les stocks d'azote nitrique sont mesurés de 0 à 90 cm dans le profil par couche de 30 cm et ce, pour chaque placette. On réalise un échantillonnage composite, soit huit prélèvements par placette et par couche que l'on homogénéise pour s'approcher au mieux de la teneur moyenne en azote minéral.

La première mesure aurait dû être effectuée début février 2020 afin déterminer la quantité d'azote dans le profil au printemps. Pour des raisons logistiques, elle n'a pu être menée. La quantité d'azote déjà absorbée par le colza durant l'automne-hiver a été estimée par une observation visuelle de la végétation en place début février. Ces renseignements sont pris en compte dans le conseil de fertilisation d'azote minéral.

Des mesures ont été réalisées en post récolte, au début du mois d'août. Elles synthétisent la quantité d'azote minéral non prélevée par la culture (dans le cas d'une fertilisation excessive), la minéralisation de l'humus du sol depuis la sénescence de la culture (fin juin) jusqu'à la récolte (début août) et la décomposition (entamée fin juin) des feuilles de colza, sans pouvoir distinguer les effets des trois séparément.

Enfin, les derniers échantillons ont été prélevés au mois de novembre et caractérisent l'azote potentiellement lessivable (APL). La période située entre ces deux observations (début août à novembre) est propice à la minéralisation de l'azote organique activée par un éventuel travail du sol après la récolte et se reflète systématiquement par des valeurs de reliquat azoté plus élevées. L'APL traduit donc le risque environnemental lié à la parcelle.

2.3. Conseil de fertilisation azotée

Le conseil de fertilisation azotée, synonyme de fertilisation raisonnée, consiste à établir un inventaire prévisionnel des besoins en azote de la culture considérée. Cette méthode permet d'estimer l'apport minéral nécessaire en tenant compte d'une part, des besoins de la plante (colza dans notre cas) et d'autre part, des fournitures d'origine naturelle (humus) ou encore issues de la minéralisation hivernale des engrais de ferme apportés lors du semis. Les besoins et fournitures intègrent un ensemble de paramètres spécifiques repris dans le tableau 1.

Le besoin d'azote de la culture est calculé forfaitairement pour un rendement donné. On y ajoute alors une quantité d'azote qui ne sera pas prélevé par la culture.

La quantité d'azote dans le profil n'a pu être mesurée ; elle a été estimée sur base des observations réalisées dans les parcelles du Survey Surfaces Agricoles.

La quantité d'azote libérée par minéralisation ne recense que l'azote minéral provenant de l'humus.

La quantité d'azote apportée par les matières organiques est définie par la dose d'azote organique contenue dans les effluents d'élevage multipliée par un coefficient d'équivalence minérale. Ce dernier est fixé à 0,08 pour le fumier⁶ dans le cadre de ce conseil.

Enfin, l'azote déjà absorbé durant l'automne-hiver a été apprécié par une observation de la matière fraîche. Dans les objets avec et sans apport de fumier, la matière fraîche a été estimée respectivement à 2,2 et 1,9 kg/m².

Tableau 4. Conseil de fertilisation azotée

Paramètres pris en compte (kg N/ha)	Objets sans fumier	Objet avec fumier
Besoin d'azote de la culture de colza (objectif de rendement : 5 t/ha)	325	325
Azote non prélevé par la culture	30	30
Total des besoins	355	355
Quantité d'azote dans le profil au printemps	10	15
Quantité d'azote libérée par minéralisation de l'humus du sol	26	26
Quantité d'azote apportée par les matières organiques	0	9
Azote déjà absorbé durant l'automne-hiver	130	154
Total des fournitures	166	209
Quantité d'azote minéral à apporter	190	151

⁶ <https://protecteau.be/fr/nitrate/agriculteurs/engrais-de-ferme/teneurs-engrais-de-ferme>

3. Contexte climatique

Les observations climatiques sont enregistrées par la station météorologique du CRA-W à Ernage (commune de Gembloux). Dans les figures 3 et 4, la température et la pluviométrie couvrant la durée de l'expérimentation sont comparées aux valeurs normales des saisons précédentes.

En hiver, les températures moyennes mensuelles observées (figure 3) ont été supérieures de 2 à 3°C aux valeurs attendues avec pour effet, une végétation bien développée et peu affectée par le gel.

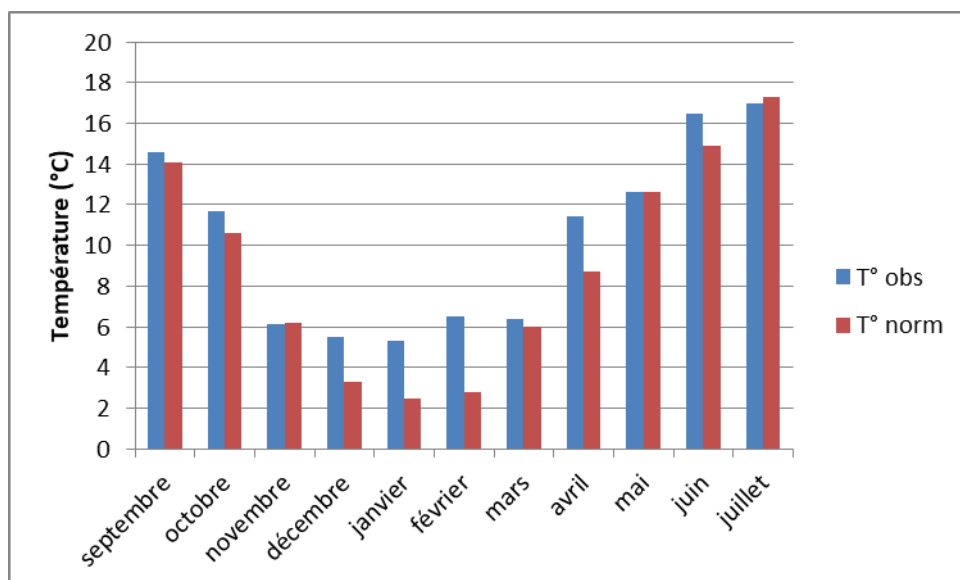


Figure 3. Comparaison de la température de la saison 2019-2020 aux valeurs normales

Le semis a pu être mené idéalement en septembre, juste avant un épisode pluvieux propice à la germination des graines.

Un déficit hydrique important (près de 150 mm) est observé d'avril à juillet 2020 (figure 4). Les quantités d'eau tombées en février et mars ont néanmoins permis de constituer un stock d'eau suffisant dans le sol pour assurer un rendement correct (voir ci-après)

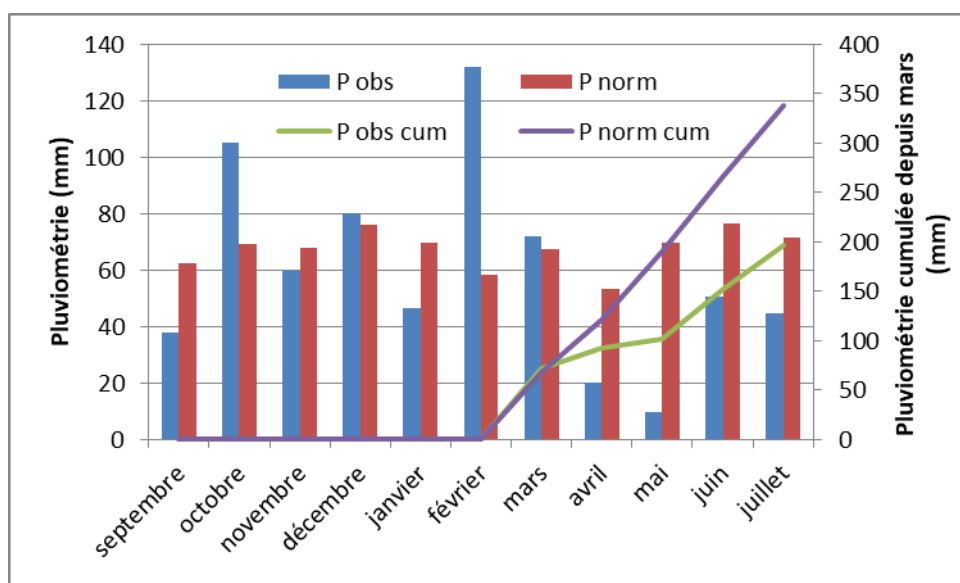


Figure 4. Comparaison de la pluviométrie de la saison 2019-2020 aux valeurs normales

4. Résultats

4.1. Influence de la fertilisation sur le rendement

L'influence de la fertilisation azotée est illustrée à la figure 5. Pour les objets fertilisés uniquement avec de l'azote de synthèse (partie gauche du graphique), on constate un quasi plafonnement du rendement à partir de 200 uN⁷ ; le rendement maximum étant obtenu avec 300 uN.

Pour les objets fertilisés avant le semis avec du fumier et en sortie d'hiver avec de l'azote de synthèse (partie droite du graphique), le rendement maximum est également obtenu avec une fertilisation de 200 uN (en plus du fumier apporté).

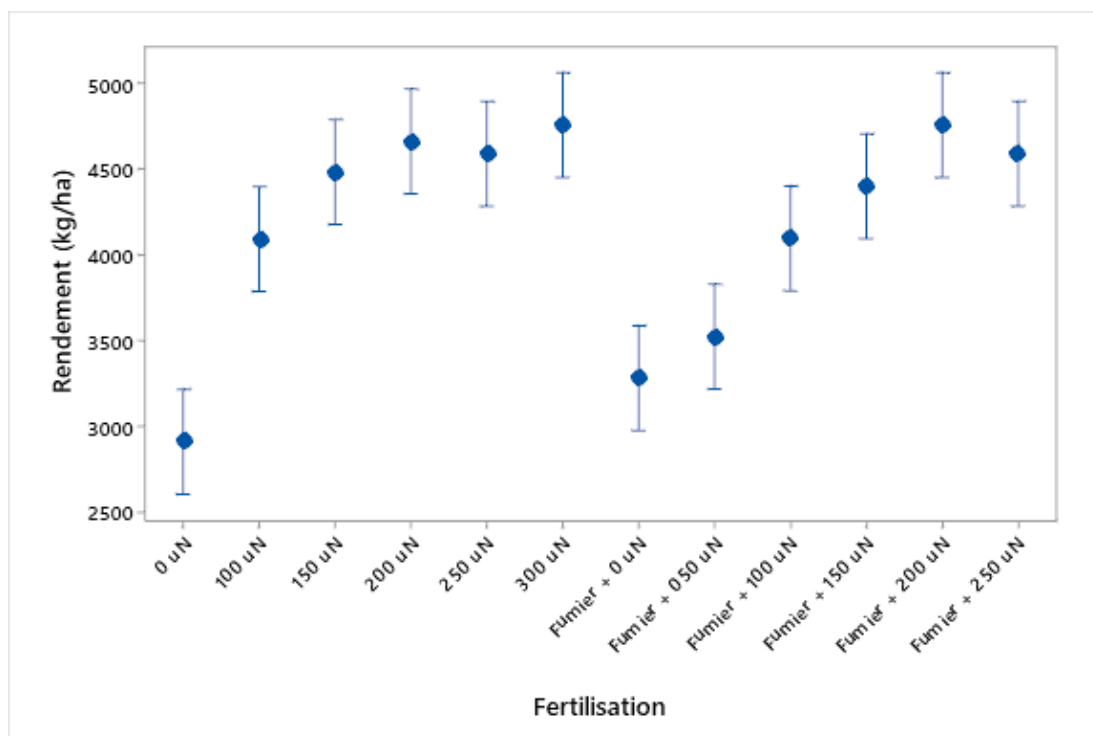


Figure 5. Evolution du rendement brut de la récolte en fonction de la fertilisation apportée.

La comparaison des deux groupes (avec ou sans fumier) indique que le complément de fumier n'apporte pas d'effet au rendement ; à l'exception des deux objets '0 uN'.

Pour affiner l'analyse, le coût de l'engrais (175 €/tonne d'ammonitrate) a été converti en kg de colza (350 €/tonne) et déduit du rendement brut pour ainsi obtenir un rendement 'net d'engrais' (figure 6).

Pour les objets fertilisés uniquement avec de l'azote de synthèse, le rendement 'net d'engrais' maximum est toujours atteint avec 200 uN mais le gain de rendement par rapport à une fertilisation de 150 uN n'est que de 85 kg de colza/ha.

Pour les objets fertilisés avec du fumier et de l'azote de synthèse, le meilleur rendement financier est également obtenu avec 200 uN ; ce rendement est supérieur de près de 100 kg au rendement obtenu avec la même fumure de synthèse sans fumier.

⁷ 1 uN = 1 kg N /ha

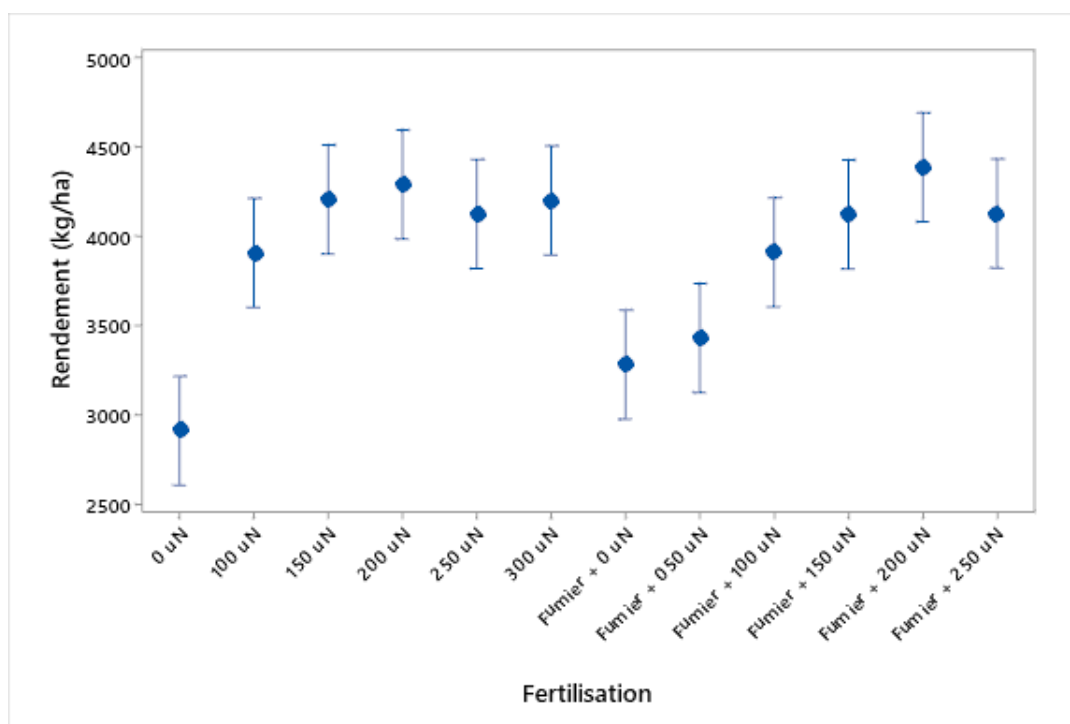


Figure 6 - Evolution du rendement net de la récolte en fonction de la fertilisation apportée.

L'examen des résultats de rendement par microparcelle (figure 7) corrobore l'optimum de fertilisation établi à 200 uN. En effet, pour des fertilisations inférieures, le rendement dépend de la biomasse présente en sortie d'hiver (plus elle est importante, plus le rendement est élevé) tandis qu'à partir de 200 uN, ce n'est plus le cas. Il convient également d'observer que la limite entre 150 uN et 200 uN est tenue puisque, pour trois des quatre microparcelles, le rendement est atteint avec 150 uN ; ce qui est déjà exprimé à la figure 5.

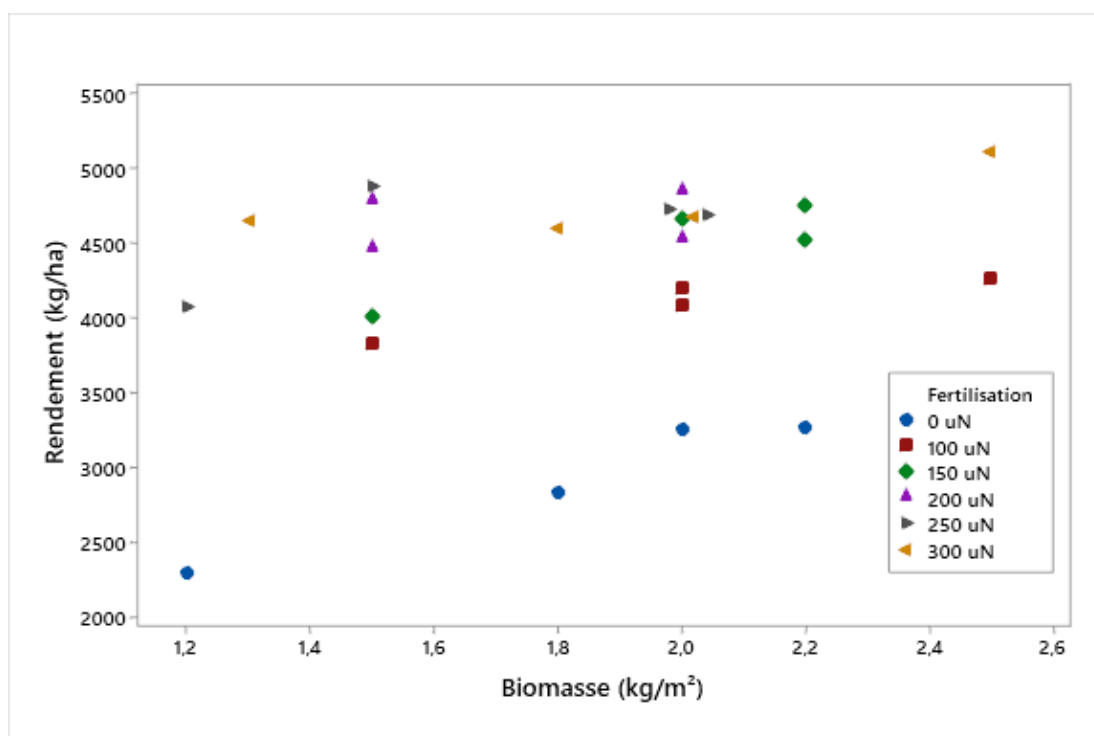


Figure 7 - Evolution du rendement en fonction de la biomasse en sortie d'hiver (objets sans fumier).

4.2. Influence de la fertilisation sur le reliquat azoté post récolte

Quelques jours après la récolte, trois échantillons de sol (composés chacun de 8 carottes) ont été prélevés dans chaque objet et analysés en vue de doser l'azote nitrique présent dans les couches 0-30 cm, 30-60 cm et 60-90 cm du sol.

Les résultats de ces analyses (figure 8) illustrent logiquement une augmentation du reliquat azoté dès que la fertilisation excède les besoins de la culture dans le contexte sol-climat-pression ravageurs de cette année.

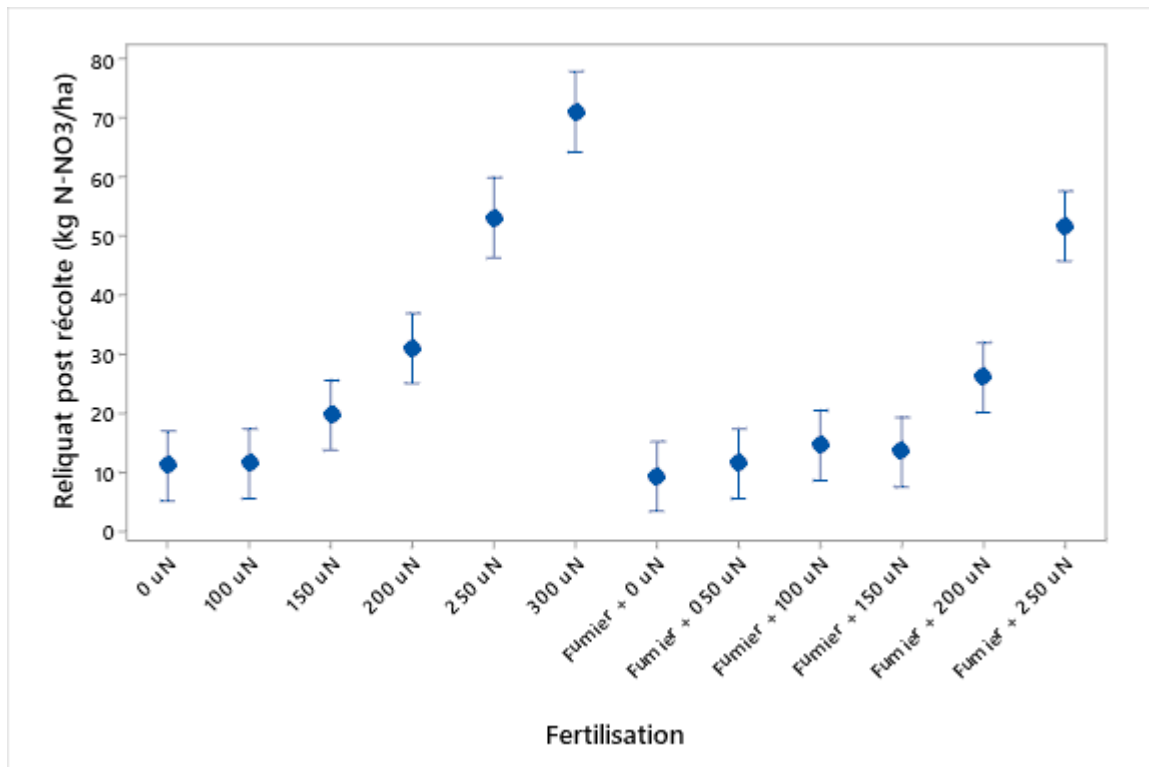


Figure 8. Evolution du reliquat azoté post récolte en fonction de la fertilisation.

Une analyse (test de Tukey) séparée des objets avec et sans apport de fumier indique que :

- dans la partie sans apport de fumier⁸, le reliquat moyen des objets 150 uN et 200 uN est significativement plus bas que celui observé pour l'objet 250 uN. D'autre part, le reliquat moyen de l'objet 200 uN est significativement supérieur à celui observé pour l'objet 100 uN;
- dans la partie avec apport de fumier, le reliquat moyen de l'objet 200 uN est significativement différent de celui observé pour les objets 250 uN et 150 uN.

⁸ Pour pouvoir observer une égalité de variances (condition pour mener le test de Tukey), les résultats de l'objet 300 uN ont été supprimés car très proches les uns des autres, ce qui conduit à une variance très petite par rapport à celles observées pour les autres objets.

4.3. Influence de la fertilisation sur l'APL

Le 27 octobre, des échantillons de sol ont été prélevés dans les 48 objets suivis. La parcelle n'ayant été déchaumée qu'à une seule reprise en aout, les repousses de colza y sont bien présentes (photo ci-dessous).



Pour les objets sans apport de fumier (figure 9), les valeurs APL sont relativement basses (entre 25 et 45 kg N-NO₃/ha). Une analyse de variance indique qu'il existe des différences significatives entre objet (Pvalue =0.000). Un test de Tukey révèle que l'objet 300 uN (73 kg N-NO₃/ha) est significativement différent des autres objets. Ce constat est assez logique vu la présence des repousses de colza qui ont eu un effet CIPAN sauf dans le cas d'une fertilisation largement excessive (300 uN).

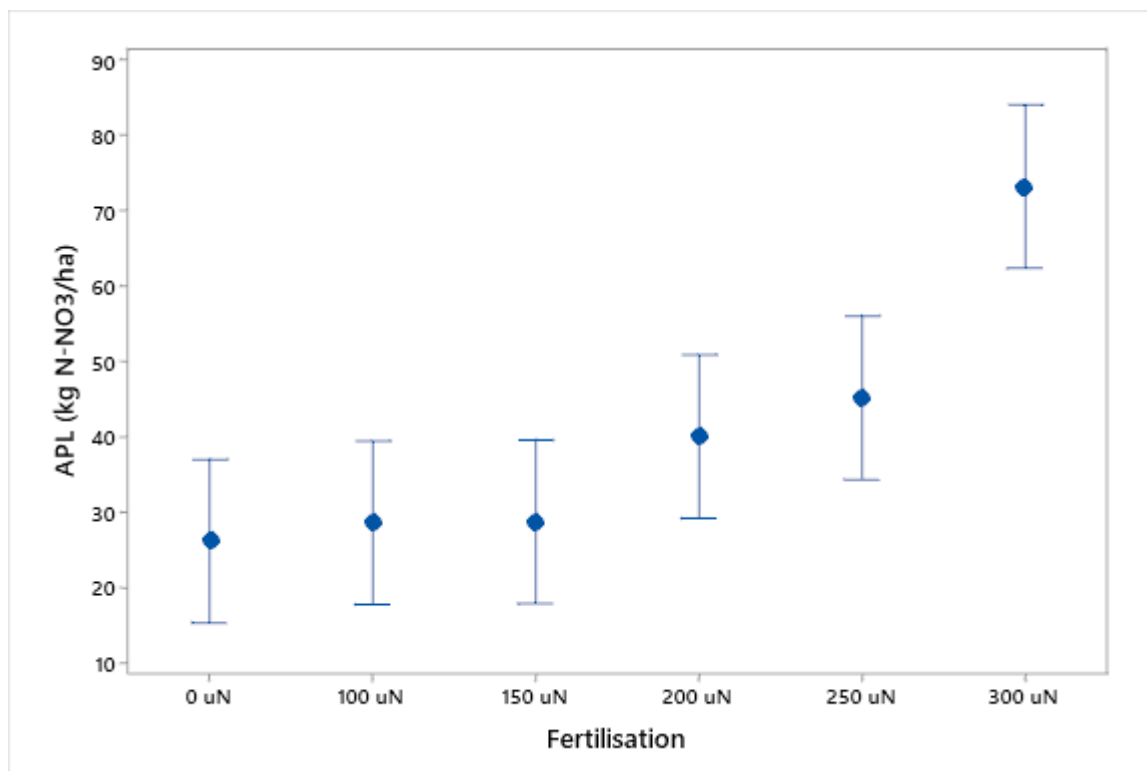


Figure 9. APL moyen (et IC) en fonction de la fertilisation (sans apport de fumier).

Pour les objets avec apport de fumier (figure 10), une analyse de la variance indique la présence de moyennes significativement différentes (Pvalue = 0.020). Un test de Tukey indique que l'objet 250 uN sort « du lot » formé par les cinq autres objets (≤ 200 uN) et est significativement différent de l'objet 150 uN.

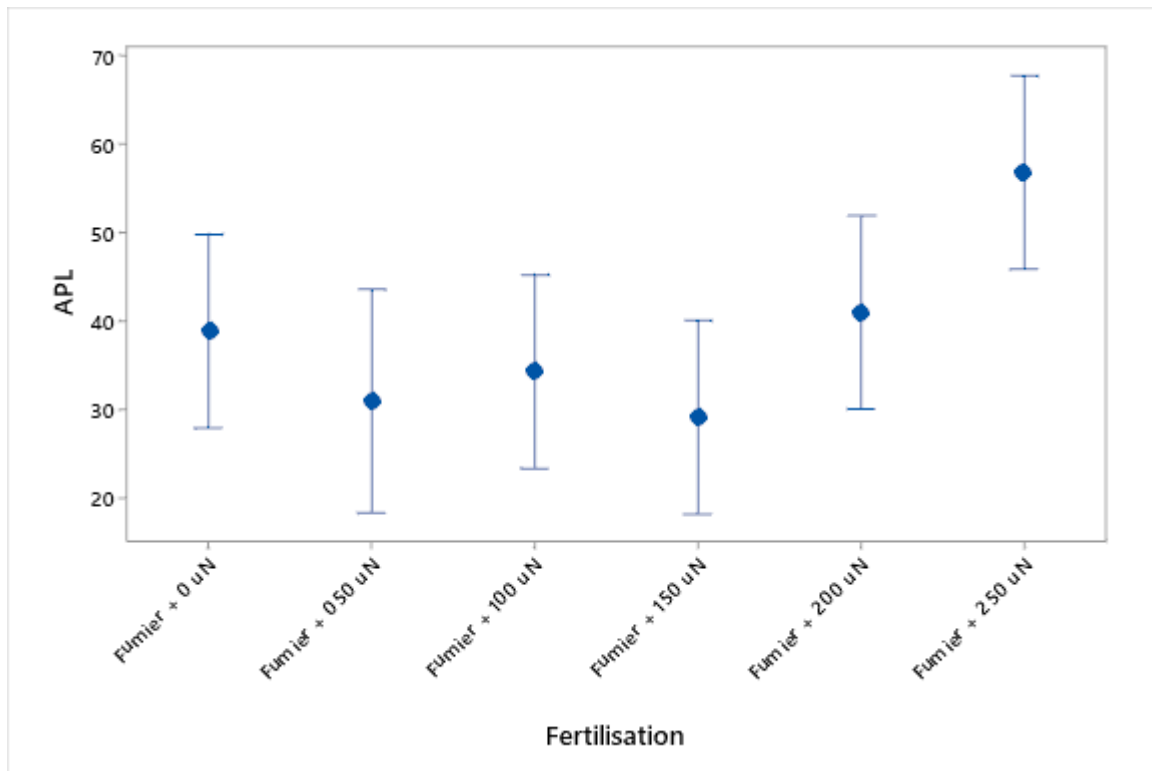


Figure 10. APL moyen (et IC) en fonction de la fertilisation (sans apport de fumier).

5. Discussions

5.1. Evaluation du conseil de fertilisation

L'objectif de rendement (5 tonnes/ha) n'a pas été atteint, quelle que soit la fertilisation appliquée. Le déficit hydrique observé au printemps (figure 4) a vraisemblablement contribué à ce constat.

Avec ou sans apport de fumier, l'optimum agronomique, assimilé au maximum économique a été atteint avec une fertilisation de 200 uN.

Le conseil prévisionnel établi en février 2020 a fixé la dose conseil à 190 uN dans la situation sans apport de fumier et à 150 uN dans la situation avec apport de fumier.

Dans le cas d'un apport de fumier, le conseil prévisionnel apparaît donc inadéquat. La perte rendement est de 6%, soit 260 kg/ha ou 90 €/ha.

5.2. Impact de la fertilisation azotée sur le rendement, le reliquat post récolte et le reliquat APL

Cette expérimentation illustre la difficulté de définir un rendement optimum. En l'absence de considération environnementale, l'expérimentation indique clairement que l'optimum (assimilé au maximum économique) est atteint avec une fertilisation de 200 uN (figure 6).

Cependant, le passage de 150 uN à 200 uN a augmenté le reliquat azoté post récolte de l'ordre de 10 kg N-NO₃/ha. Le maintien des repousses de colza jusqu'à l'automne a permis de conserver un stock d'azote nitrique (APL) équivalent à celui observé en post récolte, avec toujours la même différence entre les objets 150 uN et 200 uN.

Dans le cas d'une fertilisation sans apport de fumier, le gain de rendement entre une fertilisation de 150 uN et de 200 uN n'est « que » de 85 kg/ha, soit environ 30 €/ha.

Sur base de l'hypothèse que l'APL indique *grosso modo* la concentration en nitrate de l'eau qui percole au cours de l'hiver qui suit⁹, une perte de 30 €/ha aurait permis de réduire de l'ordre de 10 mg/l la concentration en nitrate de l'eau qui a percolé au cours de l'hiver ? Est-ce soutenable pour l'agriculteur ?

Dans l'autre sens, un gain supplémentaire de 30 €/ha pour l'agriculteur est-il soutenable pour la qualité de l'eau ?

⁹ Dossier GRENeRA 20-05 Lysimètres

6. Conclusion

En 2019-2020, GRENeRA et l'APPO (GxABT) ont mis en place une expérimentation sur le colza en vue d'évaluer l'efficacité agronomique d'engrais de ferme (fumier bovin) apporté peu avant le semis de la culture ainsi que l'impact environnemental de ces apports via la mesure de l'APL.

Les observations (rendement de la récolte, reliquat azoté dans le sol à la récolte et APL en novembre) ont indiqué que :

- le conseil de fertilisation (module « fertilisation » sur le site web de PROTECT'eau) réalisé dans un contexte sans apport d'engrais de ferme est cohérent ;
- le conseil de fertilisation (module « fertilisation » sur le site web de PROTECT'eau) réalisé dans le contexte d'un apport réduit d'engrais de ferme est sous-estimé par rapport aux besoins du colza dans le contexte de cette expérimentation. La perte économique est estimée à 90 €/ha ;

Dans le contexte de cet essai, le gain de rendement entre une fertilisation de 150 uN et de 200 uN est de 30 €/ha et 90 €/ha en l'absence ou présence de fumier. Cet apport de 50 uN supplémentaire augmente cependant l'APL d'environ 10 kg N-NO₃⁻/ha (différence arithmétique entre moyennes statistiquement non différentes).

Ainsi, cette expérimentation a également permis de soulever la question 'sociétale' d'une perte de rendement admissible en regard d'un gain sur la qualité de l'eau ... sans y répondre.

La réponse n'est peut-être pas (uniquement) à trouver à l'échelle de la parcelle (ou culture) mais bien à l'échelle de l'exploitation et de l'assolement : pour un même impact sur la qualité de l'eau, on peut peut-être perdre 30 €/ha sur une parcelle/culture pour en gagner « 60 » sur une autre parcelle/culture ?