

Fertilisation azotée du colza

Evaluation de deux méthodologies de conseil



Ce document doit être cité de la manière suivante :

Vandenberghe C., Colinet G., 2019. *Fertilisation azotée du colza. Evaluation de deux méthodologies de conseil*. Dossier GRENeRA **19-07**, 33 p. In De Toffoli M.¹, Hawotte F.², Vandenberghe C.³, Lefébure K.³, Durenne B.², Imbrecht O.¹, Bachelart F.³, Weickmans B.², Huyghebaert B.², Lambert R.¹, Colinet G.³, 2020. *Programme de gestion durable de l'azote en agriculture wallonne et volet eau du programme wallon de réduction des pesticides – Rapport d'activités final 2019 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.

¹ Earth and Life Institute (UCLouvain)

² Centre wallon de Recherches agronomiques

³ Gembloux Agro-Bio Tech (ULiège)

Table des matières

1. INTRODUCTION.....	4
2. EVALUATION DES DEUX MÉTHODES DE CONSEIL DE FERTILISATION.....	5
2.1. EXPÉRIMENTATION 2006	5
2.1.1. <i>Protocole et résultats</i>	5
2.1.2. <i>Conseil « asbl PROTECT'eau »</i>	6
2.1.3. <i>Conseil « harmonisé Requasud »</i>	7
2.1.4. <i>Evaluation</i>	8
2.2. EXPERIMENTATION 2007	9
2.2.1. <i>Protocole et résultats</i>	9
2.2.1. <i>Conseil « asbl PROTECT'eau »</i>	10
2.2.2. <i>Conseil « harmonisé Requasud »</i>	11
2.2.3. <i>Evaluation</i>	11
2.3. EXPERIMENTATION 2008	12
2.3.1. <i>Protocole et résultats</i>	12
2.3.2. <i>Conseil « asbl PROTECT'eau »</i>	13
2.3.3. <i>Conseil « harmonisé Requasud »</i>	14
2.3.4. <i>Evaluation</i>	14
2.4. EXPERIMENTATION 2009	15
2.4.1. <i>Protocole et résultats</i>	15
2.4.1. <i>Conseil « asbl PROTECT'eau »</i>	17
2.4.2. <i>Conseil « harmonisé Requasud »</i>	17
2.4.1. <i>Evaluation</i>	17
2.5. EXPERIMENTATION 2014	19
2.5.1. <i>Protocole et résultats</i>	19
2.5.1. <i>Conseil « asbl PROTECT'eau »</i>	20
2.5.2. <i>Conseil « harmonisé Requasud »</i>	21
2.5.3. <i>Evaluation</i>	22
2.6. EXPERIMENTATION 2015	23
2.6.1. <i>Protocole et résultats</i>	23
2.6.1. <i>Conseil « asbl PROTECT'eau »</i>	24
2.6.2. <i>Conseil « harmonisé Requasud »</i>	25
2.6.3. <i>Evaluation</i>	25
2.1. EXPERIMENTATION 2016	26
2.1.1. <i>Protocole et résultats</i>	26
2.1.2. <i>Conseil « asbl PROTECT'eau »</i>	27
2.1.3. <i>Conseil « harmonisé Requasud »</i>	28
2.1.4. <i>Evaluation</i>	28
3. CONCLUSION	29
4. DESCRIPTION DE MÉTHODOLOGIE ALLEMANDE DE CONSEIL DE FERTILISATION.....	31
4.1. SITE WEB D'UNE IMPORTANTE COOPERATIVE DE COLZA.....	31
4.2. ARTICLES COMMUNIQUÉS PAR L'ASBL PROTECT'EAU (18/06/19)	32
4.3. PLAN PRÉVISIONNEL ALLEMAND DE FERTILISATION DU COLZA	33

1. Introduction

La méthodologie du conseil de fertilisation azotée s'appuie sur le principe d'une somme de termes (besoin de la culture, reliquat post récolte, reliquat en sortie d'hiver, fourniture d'azote par le sol, ...) dont le résultat permet de quantifier un éventuel complément d'azote à apporter à la culture.

PROTECT'eau asbl a proposé de modifier la méthode de calcul d'un de ces termes : l'azote prélevé par la culture depuis la germination jusqu'à la sortie de l'hiver. Cette estimation est réalisée par le prélèvement de la végétation dans deux placettes d'un mètre carré et la pesée de celle-ci.

Cette adaptation s'appuie sur une méthode allemande développée par l'Institute of Crop Science and Plant Breeding (voir § 4). L'adaptation proposée établit que le prélèvement d'azote par la culture de colza en sortie d'hiver (c'est-à-dire la quantité d'azote à soustraire des besoins de fertilisation) n'est plus une fonction linéaire simple du développement de la végétation : au-delà du premier kilogramme de matière fraîche par m², la quantité d'azote prélevé par la culture est estimée à 30 kg/ha par kg de matière fraîche alors que jusqu'au premier kilogramme, la quantité d'azote prélevé est estimée à 70 kg/ha par kg de matière fraîche (tableau 1). Pour une culture bien développée à la sortie de l'hiver (2.5 kg/m²), cette adaptation augmente *de facto* le conseil de 60 kg N/ha.

Tableau 1. Estimation de la quantité d'azote absorbé par le colza en sortie d'hiver.

Pesée à la sortie d'hiver	Quantité d'azote à soustraire des besoins de fertilisation Adaptation PROTECT'eau (kg N/ha)	Quantité d'azote à soustraire des besoins de fertilisation Conseil harmonisé Requasud – PROTECT'eau (kg N/ha)
0.5 kg/m ²	35	35
1 kg/m ²	70	70
1.5 kg/m ²	85	105
2 kg/m ²	100	140
2.5 kg/m ²	115	175

En toute rigueur, une méthodologie est validée expérimentalement pour l'ensemble de ces termes. Dès lors, emprunter le mode de calcul d'un des termes à une méthode (allemande) et l'implémenter tel quel dans une autre méthode est quelque peu 'aventureux'.

Depuis 2006, GRENeRA mène avec l'APPO⁴ (Gembloux Agro-Bio Tech) des expérimentations en milieu contrôlé afin de contribuer à l'élaboration d'une méthodologie de conseil de fertilisation la plus adaptée (optimum de fertilisation).

L'objectif de la présente note est, à l'aide des résultats des expérimentations menées, d'évaluer la pertinence :

- du conseil de fertilisation harmonisé⁵ REQUASUD intégré dans l'outil développé sur le site web de PROTECT'eau⁶ et
- de l'adaptation proposée par l'asbl PROTECT'eau.

⁴ Association pour la promotion des protéagineux et oléagineux

⁵ Travail mené sous l'égide de l'asbl REQUASUD avec les laboratoires provinciaux et PROTECT'eau

⁶ <https://protecteau.be/fr/nitrate/agriculteurs/fertilisation-raisonnee/ferti-culture>

2. Evaluation des deux méthodes de conseil de fertilisation

La méthodologie d'évaluation consiste à recalculer, avec le module proposé par PROTECT'eau asbl, un conseil de fertilisation pour chacune des expérimentations menées par GRENeRA et l'APPO et d'observer si ce conseil est plus proche de la fertilisation optimale que le conseil établi sur base du bilan harmonisé Requasud-PROTECT'eau.

Depuis 2006, sept expérimentations ont été menées. Parmi celles-ci, une comporte des objets avec apports d'engrais de ferme (fumier ou fiente) avant le semis et une comporte des objets avec apport d'engrais de ferme (lisier) en sortie d'hiver. Les cinq autres expérimentations n'ont comporté que des objets à fertilisation minérale.

2.1. Expérimentation 2006

2.1.1. Protocole et résultats

Référence GRENeRA : DG 06-05

Référence APPO : COH2006-05bis

Lors de cette première expérimentation, le protocole a compté 12 objets dont 7 (tableau 2) ont, en plus de la mesure de rendement, fait l'objet d'un suivi du reliquat azoté dans le sol à la récolte.

Tableau 2. Protocole de fumure de l'essai COH2006-05bis.

objet	fumure minérale (kg N/ha)
3	100
4	150
5	200
6	250
10	180 = Réglette
11	130 = Réglette - 50 N
12	230 = Réglette + 50 N

Deux pesées de matière fraîche ont été réalisées : 1,4 kg /m² début décembre 2005 et 0,7 kg/m² en mars 2006 (après la fin des gelées).

Aucune mesure du reliquat azoté n'ayant été réalisée en sortie d'hiver ; une valeur estimée de 15 kg N-NO₃⁻ ha⁻¹ a été retenue pour le calcul du conseil de fertilisation.

Le sol est de type limoneux ; il n'y a pas eu d'apport d'engrais de ferme avant le semis. La fréquence d'apport d'engrais de ferme est de 3 à 5 ans et l'objectif de rendement est supérieur à 4 t/ha.

Le tableau 3 illustre les rendements observés pour chaque objet ainsi que le regroupement statistique d'objets.

Le tableau 4 illustre les résultats des analyses de sol (reliquat d'azote nitrique) réalisées peu après la récolte du colza.

Tableau 3. Rendements de l'essai COH2006-05bis.

fumure	rendement (kg/ha)	groupements		
130	4007	a		
100	4109	a	b	
150	4111	a	b	
180	4226	a	b	c
200	4307	b		c d
230	4398	c		d
250	4518	d		
moyenne	4270			

Tableau 4. Reliquats azotés post-récolte de l'essai COH2006-05bis.

fumure	reliquat azoté (kg N-NO ₃ /ha)	groupements		
130	25	a		
150	30	a		
100	33	a		
180	39	a	b	
200	49	b		c
230	50	b		c
250	53	b		c
moyenne	40			

2.1.2. Conseil « asbl PROTECT'eau »

Compte tenu du faible poids de végétation en sortie d'hiver (0,7 kg/m²), l'objectif de rendement est plafonné à 3,5 t/ha (conformément à la méthodologie proposée par PROTECT'eau asbl). Par conséquent, le besoin de la culture est fixé à 225 kg N/ha (tableau 5). Le conseil de fertilisation est de 158 kg N.ha⁻¹.

Tableau 5. Bilan prévisionnel des besoins azotés.

Besoin de la culture	225	kg N/ha
Reliquat post récolte	30	Kg Nmin/ha
Somme des besoins	255	kg N/ha
Poids en sortie d'hiver	0,7	kg MF/m ²
Azote prélevé par le couvert	49	kg N/ha
Reliquat sortie d'hiver	15	Kg Nmin/ha
Minéralisation humus	32	Kg Nmin/ha
Apport par MO	0	Kg Nmin/ha
Somme des fournitures	97	kg N/ha
Apport = besoins - fournitures	158	kg N/ha

2.1.3. Conseil « harmonisé Requasud »

Le conseil de fertilisation établi à l'aide du module *ferti* disponible sur le site web de PROTECT'eau fixe la fertilisation optimale à 230 kg N/ha (ci-dessous).

Protecteau » Module ferti culture - Google Chrome

https://protecteau.be/fr/nitrate/agriculteurs/fertilisation-raisonnee/ferti-culture/?print=true

Imprimer cette page

TYPE DE CULTURE	Besoin d'azote selon le type de culture envisagé	292 kg d'azote/ha
Culture envisagée	Colza	
	Rendement du type de culture sélectionné: 4.5 (t/ha)	
N NON PRÉLEVÉ	Azote non prélevé par la culture	30 kg d'azote/ha
BESOINS	Total des besoins	322 kg d'azote/ha
AZOTE DANS LE PROFIL DE SOL	Quantité d'azote dans le profil de sol au printemps	15 kg d'azote/ha
Quantité d'azote	15 kg N-NO3/ha	
MINÉRALISATION	Quantité d'azote libérée par minéralisation	28 kg d'azote/ha
Taux d'humus	2,3 – 2,7	
Fréquence des apports de matières organiques	3 à 5 ans	
PRÉCÉDENT	Effet du précédent cultural	0 kg d'azote/ha
Précédent cultural	Céréales pailles enlevées	
APPORTS DE MATIÈRES ORGANIQUES	Quantité d'azote apportée par les matières organiques	0 kg d'azote/ha
Matières organiques	Période d'apport	Teneur (kg N/t ou m³) Qu. appliquée (t ou m³/ha)
N ABSORBÉ	Azote déjà absorbé durant l'automne-hiver	49 kg d'azote/ha
N déjà absorbé au 10 février	<input checked="" type="radio"/> Poids placette 0.7 kg/m² <input type="radio"/> Visuelle 30 <input type="radio"/> Visuelle 70 <input type="radio"/> Visuelle 100	
CIPAN	Effet de la culture intermédiaire	0 kg d'azote/ha
CIPAN	Aucune	
RETOURNEMENT DE PRAIRIES	Arrière-effets des prairies retournées	0 kg d'azote/ha
Période de destruction	Aucun	
FOURNITURES D'AZOTE	Total des fournitures	92 kg d'azote/ha
BESOINS	Total des besoins	322 kg d'azote/ha
CONSEIL	Quantité d'azote minéral à apporter	230 kg d'azote/ha

https://protecteau.be

2.1.4. Evaluation

Bien que le développement de la végétation en sortie d'hiver soit très faible, le rendement a dépassé 4 t/ha pour tous les objets fertilisés. Cette observation ne confirme donc pas qu'un faible développement de colza (inférieur à 1 kg/m² en sortie d'hiver) ne peut conduire à un objectif de rendement supérieur à 3,5 t/ha.

La fertilisation optimale est de 200 kg N/ha (fertilisation la plus faible du groupement 'd' - tableau 3).

L'optimum économique de cette expérimentation n'est cependant pas évident à fixer. Si on le place à 180 kg N/ha, on enregistre une perte 'nette' de 50 €/ha par rapport à une fertilisation de 250 kg N/ha. En effet, en considérant un prix de l'azote de 0,7 €/kg N et un prix de vente du colza à 380 €/t, le 'saut' de 180 à 250 kg N/ha aurait coûté environ 50 €/ha et aurait rapporté un complément de production de l'ordre de 100 €/ha.

D'un point de vue environnemental, le reliquat azoté dans le sol à la récolte de l'objet '180 kg N/ha' est significativement plus faible que celui observé pour l'objet '250 kg N/ha' ; la différence moyenne n'étant cependant que de 14 kg N-NO₃⁻ ha⁻¹.

2.2. Expérimentation 2007

2.2.1. Protocole et résultats

Référence GRENeRA : DG 07-05

Référence APPO : COH2007-04bis

Lors de cette expérimentation, le protocole a compté 7 objets (tableau 6) qui ont fait l'objet d'une mesure de rendement et d'un suivi du reliquat azoté dans le sol à la récolte.

Tableau 6. Protocole de fumure de l'essai COH2006-05bis.

objets	fumure (kg N/ha)
1	0
2	50
3	100
4	150
5	200
6	250
7	300

Plusieurs pesées de matière fraîche ont été réalisées fin d'automne et fin d'hiver (tableau 7).

Tableau 7. Pesées de végétation du colza, en vue de la détermination d'un conseil de fumure.

date	pesée 1 (kg)	pesée 2 (kg)	pesée 3 (kg)	pesée 4 (kg)	moyenne (kg)	dimension (m ²)	kg/m ² MF
10/11/06	0,382	0,365	0,303	0,419	0,36725	0,3364	1,09
20/2/07	0,44	0,525	0,505		0,49	0,3364	1,46
en moyenne sur la 1ère et dernière pesée :			1,27	kg/m ² MF			

Les valeurs moyennes de pesées retenues sont 1,09 kg /m² en novembre et 1,46 kg/m² en février

Aucune mesure du reliquat azoté n'ayant été réalisée en sortie d'hiver ; une valeur estimée de 15 kg N-NO₃ ha⁻¹ a été retenue pour le calcul du conseil de fertilisation.

Le sol est de type limoneux ; il n'y a pas d'apport d'engrais de ferme avant le semis ; la fréquence d'apport d'engrais de ferme est de 3 à 5 ans et l'objectif de rendement supérieur à 4 t/ha.

Le tableau 8 illustre les rendements observés pour chaque objet ainsi que le regroupement statistique d'objets.

Le tableau 9 illustre les résultats des analyses de sol (reliquat d'azote nitrique) réalisées peu après la récolte du colza.

Tableau 8. Rendements de l'essai COH2007-04bis.

fumure	rendement (kg/ha)	groupements
0	1976	a
50	2499	b
100	3018	c
150	3420	d
200	3414	d
250	3647	d
300	3447	d

Tableau 9. Reliquats azotés post-récolte de l'essai COH2007-04bis.

fumure	reliquat post-récolte (kg N/ha)	groupements
0	31	a
50	26	a
100	32	a
150	40	a
200	71	b
250	73	b
300	95	b

2.2.1. Conseil « asbl PROTECT'eau »

Le bilan prévisionnel des besoins azotés propose un conseil de fertilisation de 183 kg N.ha⁻¹ (tableau 10).

Tableau 10. Bilan prévisionnel des besoins azotés.

Besoin de la culture	285	kg N/ha
Reliquat post récolte	30	Kg Nmin/ha
Somme des besoins	315	kg N/ha
Poids en sortie d'hiver	1,46	kg MF/m ²
Azote prélevé par le couvert	84	kg N/ha
Reliquat sortie d'hiver	15	Kg Nmin/ha
Minéralisation humus	32	Kg Nmin/ha
Apport par MO	0	Kg Nmin/ha
Somme des fournitures	132	kg N/ha
Apport = besoins - fournitures	183	kg N/ha

2.2.2. Conseil « harmonisé Requasud »

Le conseil (177 kg N/ha) établi sur base de l'ancienne mouture (ci-dessous) est un peu plus 'proche' de l'optimum.

Protecteau » Module ferti culture - Google Chrome
<https://protecteau.be/fr/nitrate/agriculteurs/fertilisation-raisonnee/ferti-culture/?print=true>

Imprimer cette page

TYPE DE CULTURE	Besoin d'azote selon le type de culture envisagé	292 kg d'azote/ha
Culture envisagée	Colza	
	Rendement du type de culture sélectionné: 4.5 (t/ha)	
N NON PRÉLEVÉ	Azote non prélevé par la culture	30 kg d'azote/ha
BESOINS	Total des besoins	322 kg d'azote/ha
AZOTE DANS LE PROFIL DE SOL	Quantité d'azote dans le profil de sol au printemps	15 kg d'azote/ha
Quantité d'azote	15 kg N-NO3/ha	
MINÉRALISATION	Quantité d'azote libérée par minéralisation	28 kg d'azote/ha
Taux d'humus	2,3 – 2,7	
Fréquence des apports de matières organiques	3 à 5 ans	
PRÉCÉDENT	Effet du précédent cultural	0 kg d'azote/ha
Précédent cultural	Céréales pailles enlevées	
APPORTS DE MATIÈRES ORGANIQUES	Quantité d'azote apportée par les matières organiques	0 kg d'azote/ha
Matières organiques	Période d'apport	Teneur (kg N/t ou m³) Qu. appliquée (t ou m³/ha)
N ABSORBÉ;	Azote déjà absorbé durant l'automne-hiver	102.2 kg d'azote/ha
N déjà absorbé au 10 février	<input checked="" type="radio"/> Poids placette 1.46 kg/m² <input type="radio"/> Visuelle 30 <input type="radio"/> Visuelle 70 <input type="radio"/> Visuelle 100	
CIPAN	Effet de la culture intermédiaire	0 kg d'azote/ha
CIPAN	Aucune	
RETOURNEMENT DE PRAIRIES	Arrière-effets des prairies retournées	0 kg d'azote/ha
Période de destruction	Aucun	
FOURNITURES D'AZOTE	Total des fournitures	145 kg d'azote/ha
BESOINS	Total des besoins	322 kg d'azote/ha
CONSEIL	Quantité d'azote minéral à apporter	177 kg d'azote/ha

<https://protecteau.be>

2.2.3. Evaluation

La fertilisation optimale sur le plan financier (tableau 8) et environnemental (tableau 9) est de 150 kg N/ha. Ni le conseil « asbl PROTECT'eau » ni le conseil « harmonisé Requasud » ne peuvent être pas considérés comme adapté.

2.3. Expérimentation 2008

2.3.1. *Protocole et résultats*

Référence GRENeRA : DG 08-05

Référence APPO : COH2008-02bis

Lors de cette expérimentation, le protocole a compté 14 objets dont 7 (tableau 11) ont en outre fait l'objet d'un suivi du reliquat azoté dans le sol à la récolte.

Tableau 11. Protocole de fumure de l'essai COH2008-2bis.

protocole	Fumure minérale (kg/ha)	Régulateur de croissance
1	0	
5	200	
9	300	X
10	350	X
11	180	
12	230	
14	130	

Deux pesées de matière fraîche ont été réalisées : 0,82 kg/m² en décembre et 1,16 kg/m² en février

Aucune mesure du reliquat azoté n'ayant été réalisée en sortie d'hiver ; une valeur estimée de 15 kg N-NO₃ ha⁻¹ a été retenue pour le calcul du conseil de fertilisation.

Le sol est de type limoneux ; il n'y a pas d'apport d'engrais de ferme avant le semis ; la fréquence d'apport d'engrais de ferme est de 3 à 5 ans et l'objectif de rendement supérieur à 4 t/ha.

Le tableau 12 illustre les rendements observés pour chaque objet ainsi que le regroupement statistique d'objets.

Le tableau 13 illustre les résultats des analyses de sol (reliquat d'azote nitrique) réalisées peu après la récolte du colza.

Tableau 12. Rendements de l'essai COH2008-2bis.

fumure	rendement (kg/ha)	regroupements
0	3128	a
350	4337	b
130	4577	b
300	4637	b
200	4774	b
180	4918	b
230	4988	b

Tableau 13. Reliquats post-récolte de l'essai COH2008-2bis.

fumure (kg N/ha)	reliquat (kg N-NO ₃ /ha)	Regroupements	
0	21	a	
130	33	a	b
200	37		b
180	39		b
230	40		b
300	56		c
350	83		d

2.3.2. Conseil « asbl PROTECT'eau »

Le bilan prévisionnel des besoins azotés propose un conseil de fertilisation de 192 kg N.ha⁻¹ (tableau 14).

Tableau 14. Bilan prévisionnel des besoins azotés.

Besoin de la culture	285	kg N/ha
Reliquat post récolte	30	Kg Nmin/ha
Somme des besoins	315	kg N/ha
Poids en sortie d'hiver	1,16	kg MF/m ²
Azote prélevé par le couvert	75	kg N/ha
Reliquat sortie d'hiver	15	Kg Nmin/ha
Minéralisation humus	32	Kg Nmin/ha
Apport par MO	0	Kg Nmin/ha
Somme des fournitures	123	kg N/ha
Apport = besoins - fournitures	192	kg N/ha

2.3.3. Conseil « harmonisé Requasud »

Le conseil de fertilisation établi sur base du Module Ferti Culture disponible sur le site web de PROTECT'eau renseigne un apport optimum de 200 kg N/ha pour un objectif de rendement de 4,5 t/ha (voir page suivante).

Protecteau » Module ferti culture - Google Chrome
<https://protecteau.be/fr/nitrate/agriculteurs/fertilisation-raisonnee/ferti-culture/?print=true>

Imprimer cette page

TYPE DE CULTURE	Besoin d'azote selon le type de culture envisagé	292 kg d'azote/ha
Culture envisagée	Colza	
	Rendement du type de culture sélectionné: 4.5 (t/ha)	
N NON PRÉLEVÉ	Azote non prélevé par la culture	30 kg d'azote/ha
BESOINS	Total des besoins	322 kg d'azote/ha
AZOTE DANS LE PROFIL DE SOL	Quantité d'azote dans le profil de sol au printemps	15 kg d'azote/ha
Quantité d'azote	15 kg N-NO3/ha	
MINÉRALISATION	Quantité d'azote libérée par minéralisation	26 kg d'azote/ha
Taux d'humus	2,3 – 2,7	
Fréquence des apports de matières organiques	Jamais	
PRÉCÉDENT	Effet du précédent cultural	0 kg d'azote/ha
Précédent cultural	Céréales pailles enlevées	
APPORTS DE MATIÈRES ORGANIQUES	Quantité d'azote apportée par les matières organiques	0 kg d'azote/ha
Matières organiques	Période d'apport	Teneur (kg N/t ou m³) Qu. appliquée (t ou m³/ha)
N ABSORBÉ	Azote déjà absorbé durant l'automne-hiver	81.2 kg d'azote/ha
N déjà absorbé au 10 février	<input checked="" type="radio"/> Poids placette 1.16 kg/m² <input type="radio"/> Visuelle 30 <input type="radio"/> Visuelle 70 <input type="radio"/> Visuelle 100	
CIPAN	Effet de la culture intermédiaire	0 kg d'azote/ha
CIPAN	Aucune	
RETOURNEMENT DE PRAIRIES	Arrière-effets des prairies retournées	0 kg d'azote/ha
Période de destruction	Aucun	
FOURNITURES D'AZOTE	Total des fournitures	122 kg d'azote/ha
BESOINS	Total des besoins	322 kg d'azote/ha
CONSEIL	Quantité d'azote minéral à apporter	200 kg d'azote/ha

2.3.4. Evaluation

La fertilisation 'statistiquement' optimale est 130 kg N/ha. Cependant, vu les différences observées, la valeur de 180 kg N/ha est retenue tant sous l'angle financier qu'environnemental. Les conseils « asbl PROTECT'eau » et « harmonisé Requasud » peuvent être considérés comme adaptés.

2.4. Expérimentation 2009

2.4.1. Protocole et résultats

Référence GRENeRA : DG 09-05

Référence APPO : COH2009-03

Lors de cette expérimentation, le protocole a compté 12 objets (tableau 15) qui ont fait l'objet d'une mesure de rendement et d'un suivi du reliquat azoté dans le sol à la récolte. Cette expérimentation était spécifiquement dédiée à l'évaluation de l'intérêt d'un apport de lisier en sortie d'hiver, lors de la reprise de la végétation.

Tableau 15. Protocole de fumure de l'essai COH2009-3.

Objet	1 ^{er} apport (reprise)	2 ^{ème} apport	N total (UN)	Suivi rendement	Suivi post-récolte	Suivi APL décembre
0	0 Nmin	0 Nmin	0	x		
0'	0 Nmin	0 Nmin	0	x		
1	80 Nmin	80 Nmin	160	x	x	x
2	80 Nmin	80 N-NH ₄ lisier	160	x	x	x
3	40 Nmin + 40 N-NH ₄ lisier	40 Nmin + 40 N-NH ₄ lisier	160	x		
4	80 N-NH ₄ lisier	80 Nmin	160	x	x	x
5	80 N-NH ₄ lisier	80 N-NH ₄ lisier	160	x	x	x
6	80 N-NH ₄ lisier sur végétation	80 N-NH ₄ lisier sur végétation	160	x		
7	100 Nmin	100 Nmin	200	x	x	x
8	100 Nmin	100 N-NH ₄ lisier	200	x	x	x
9	50 Nmin + 50 N-NH ₄ lisier	50 Nmin + 50 N-NH ₄ lisier	200	x		
10	100 N-NH ₄ lisier	100 Nmin	200	x	x	x

Pesées : 2,021 kg /m² en décembre

Il n'y a pas de mesure du reliquat azoté en sortie d'hiver.

Le sol est de type limoneux ; il n'y a pas d'apport d'engrais de ferme avant le semis ; la fréquence d'apport d'engrais de ferme est de 3 à 5 ans et l'objectif de rendement supérieur à 4 t/ha.

Le tableau 16 illustre les rendements observés pour chaque objet ainsi que le regroupement statistique d'objets.

Le tableau 17 illustre les résultats des analyses de sol (reliquat d'azote nitrique) réalisées peu après la récolte du colza.

Seuls les objets 0 (sans azote), 1 (160 kg N.ha⁻¹) et 7 (200 kg N.ha⁻¹) peuvent être exploités pour cette évaluation.

Tableau 16. Rendements de l'essai COH2009-3.

Objet	1 ^{er} apport (reprise)	2 ^{ème} apport	N total (UN)	rendement obtenu (kg/ha)	groupements
0 [*]	0 Nmin	0 Nmin	0	4763	a
0	0 Nmin	0 Nmin	0	4822	a
6	80 N-NH ₄ lisier sur végétation	80 N-NH ₄ lisier sur végétation	160	5558	b
5	80 N-NH ₄ lisier	80 N-NH ₄ lisier	160	5769	b c
4	80 N-NH ₄ lisier	80 Nmin	160	5953	c
7	100 Nmin	100 Nmin	200	5970	c
9	50 Nmin + 50 N-NH ₄ lisier	50 Nmin + 50 N-NH ₄ lisier	200	6001	c
10	100 N-NH ₄ lisier	100 Nmin	200	6006	c
1	80 Nmin	80 Nmin	160	6027	c
2	80 Nmin	80 N-NH ₄ lisier	160	6063	c
3	40 Nmin + 40 N-NH ₄ lisier	40 Nmin + 40 N-NH ₄ lisier	160	6065	c
8	100 Nmin	100 N-NH ₄ lisier	200	6092	c

Tableau 17. Reliquats post-récolte de l'essai COH2009-3bis et regroupements selon la PPDS05.

Objet	1 ^{er} apport (reprise)	2 ^{ème} apport	N total (UN)	reliquats post-récolte (kg NO ₃ ⁻ /ha)	Regroupements
7	100 Nmin	100 Nmin	200	16	a
1	80 Nmin	80 Nmin	160	16	a
4	80 N-NH ₄ lisier	80 Nmin	160	18	a b
2	80 Nmin	80 N-NH ₄ lisier	160	19	a b
10	100 N-NH ₄ lisier	100 Nmin	200	20	b
5	80 N-NH ₄ lisier	80 N-NH ₄ lisier	160	21	b
8	100 Nmin	100 N-NH ₄ lisier	200	22	b

2.4.1. Conseil « asbl PROTECT'eau »

Le bilan prévisionnel des besoins azotés propose un conseil de fertilisation de 182 kg N.ha⁻¹ (tableau 14) en considérant, vu les gelées du mois de janvier et le poids de matière fraîche en décembre (2,021 kg/m²) un poids de matière fraîche fin janvier de 1,5 kg/m² (valeur estimée).

Tableau 18. Bilan prévisionnel des besoins azotés.

Besoin de la culture	285	kg N/ha
Reliquat post récolte	30	Kg Nmin/ha
Somme des besoins	315	kg N/ha
Poids en sortie d'hiver	1,5	kg MF/m ²
Azote prélevé par le couvert	85	kg N/ha
Reliquat sortie d'hiver	15	Kg Nmin/ha
Minéralisation humus	32	Kg Nmin/ha
Apport par MO	0	Kg Nmin/ha
Somme des fournitures	134	kg N/ha
Apport = besoins - fournitures	182	kg N/ha

2.4.2. Conseil « harmonisé Requasud »

Le conseil de fertilisation établi sur base du Module Ferti Culture disponible sur le site web de PROTECT'eau renseigne un apport optimum de 174 kg N/ha pour un objectif de rendement de 4,5 t/ha (voir page suivante).

2.4.1. Evaluation

La fertilisation optimale de cet essai était inférieure ou égale à 160 kg N/ha. Le conseil « harmonisé Requasud » est donc plus adapté que le conseil « asbl PROTECT'eau ».



Retrouvez **les moyennes régionales en fonction de vos couvertures de sol** dans la partie **Fertilisation raisonnée** de notre site web (cliquez ici). Elles sont régulièrement mises à jour .

Imprimer cette page

TYPE DE CULTURE	Besoin d'azote selon le type de culture envisagé	292 kg d'azote/ha
Culture envisagée	Colza	
	Rendement du type de culture sélectionné: 4,5 (t/ha)	
N NON PRÉLEVÉ	Azote non prélevé par la culture	30 kg d'azote/ha
BESOINS	Total des besoins	322 kg d'azote/ha
AZOTE DANS LE PROFIL DE SOL	Quantité d'azote dans le profil de sol au printemps	15 kg d'azote/ha
Quantité d'azote	15 kg N-NO3/ha	
MINÉRALISATION	Quantité d'azote libérée par minéralisation	28 kg d'azote/ha
Taux d'humus	2,3 – 2,7	
Fréquence des apports de matières organiques	3 à 5 ans	
PRÉCÉDENT	Effet du précédent cultural	0 kg d'azote/ha
Précédent cultural	Céréales pailles enlevées	
APPORTS DE MATIÈRES ORGANIQUES	Quantité d'azote apportée par les matières organiques	0 kg d'azote/ha
Matières organiques	Période d'apport	Teneur (kg N/t ou m ³) Qu. appliquée (t ou m ³ /ha)
N ABSORBÉ	Azote déjà absorbé durant l'automne-hiver	105 kg d'azote/ha
N déjà absorbé au 10 février	<input checked="" type="radio"/> Poids placette 1,5 kg/m ² <input type="radio"/> Visuelle 30 <input type="radio"/> Visuelle 70 <input type="radio"/> Visuelle 100	
CIPAN	Effet de la culture intermédiaire	0 kg d'azote/ha
CIPAN	Aucune	
RETOURNEMENT DE PRAIRIES	Amière-effets des prairies retournées	0 kg d'azote/ha
Période de destruction	Aucun	
FOURNITURES D'AZOTE	Total des fournitures	148 kg d'azote/ha
BESOINS	Total des besoins	322 kg d'azote/ha
CONSEIL	Quantité d'azote minéral à apporter	174 kg d'azote/ha

2.5. Expérimentation 2014

2.5.1. Protocole et résultats

Référence GRENeRA : DG 14-07

Référence APPO : COH2014-06

Lors de cette expérimentation, le protocole a compté 12 objets (tableau 19) qui ont fait l'objet d'une mesure de rendement et d'un suivi du reliquat azoté dans le sol à la récolte.

Tableau 19. Détail des objets (1 à 12) 'fertilisation azotée' en colza d'hiver.

	N		N1	N2
1	parcelles nues		0	0
2	Témoin 0 N		0	0
3	50 N		50	0
4	100 N		100	0
5	125 N		100	25
6	150 N		100	50
7	175 N		100	75
8	200 N		100	100
9	225 N		150	75
10	250 N		150	100
11	275 N		150	125
12	300 N		150	150

Deux pesées de matière fraîche ont été réalisées : 1.482 kg/m² en décembre et 1.088 kg/m² en février

Le reliquat azoté dans le sol a été mesuré en sortie d'hiver : 9 kg N-NO₃⁻ ha⁻¹

Le sol est de type limoneux ; il n'y a pas eu d'apport d'engrais de ferme avant le semis. La fréquence d'apport d'engrais de ferme est de 3 à 5 ans et l'objectif de rendement est supérieur à 4 t/ha.

La figure 1 illustre les rendements observés pour chaque objet.

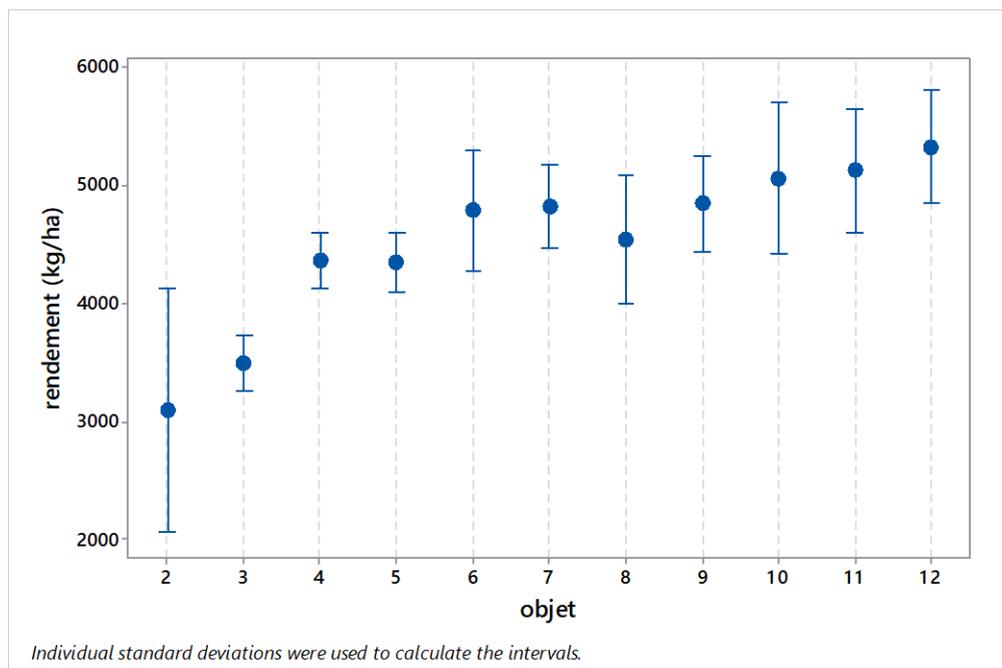


Figure 1. Rendement moyen (et intervalle de confiance) des micro-parcelles de colza.

La figure 2 illustre les résultats des analyses de sol (reliquat d'azote nitrique) réalisées peu après la récolte du colza.

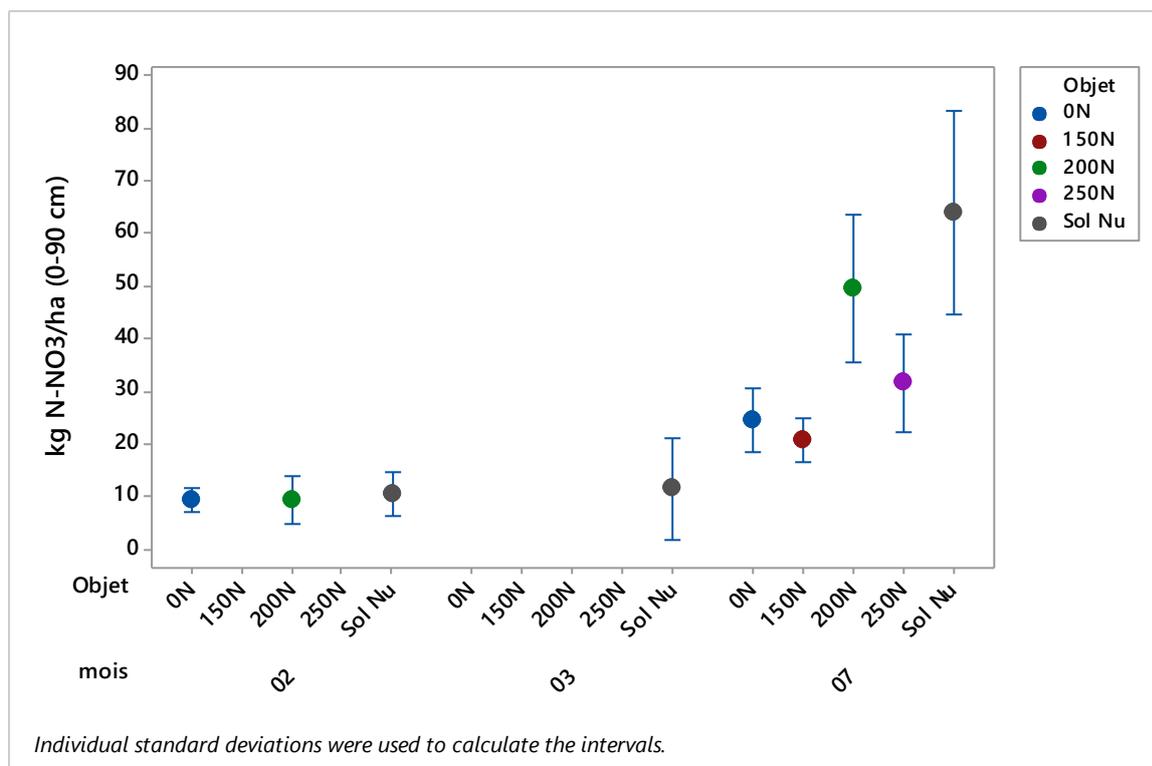


Figure 2. Concentration (kg N-NO₃/ha 0-90 cm) moyenne (et intervalle de confiance) par objet et par mois.

2.5.1. Conseil « asbl PROTECT'eau »

Le bilan prévisionnel des besoins azotés propose un conseil de fertilisation de 200 kg N.ha⁻¹ (tableau 20).

Tableau 20. Bilan prévisionnel des besoins azotés.

Besoin de la culture	285	kg N/ha
Reliquat post récolte	30	Kg Nmin/ha
Somme des besoins	315	kg N/ha
Poids en sortie d'hiver	1,088	kg MF/m ²
Azote prélevé par le couvert	73	kg N/ha
Reliquat sortie d'hiver	9	Kg Nmin/ha
Minéralisation humus	32	Kg Nmin/ha
Apport par MO	0	Kg Nmin/ha
Somme des fournitures	115	kg N/ha
Apport = besoins - fournitures	200	kg N/ha

2.5.2. Conseil « harmonisé Requasud »

Le conseil de fertilisation établi avec le module *ferti* disponible sur le site web de PROTECT'eau est de 209 kg N/ha (ci-dessous).

TYPE DE CULTURE	Besoin d'azote selon le type de culture envisagé	292 kg d'azote/ha
Culture envisagée	Colza	
	Rendement du type de culture sélectionné: 4.5 (t/ha)	
N NON PRÉLEVÉ	Azote non prélevé par la culture	30 kg d'azote/ha
BESOINS	Total des besoins	322 kg d'azote/ha
AZOTE DANS LE PROFIL DE SOL	Quantité d'azote dans le profil de sol au printemps	9 kg d'azote/ha
Quantité d'azote	9 kg N-NO3/ha	
MINÉRALISATION	Quantité d'azote libérée par minéralisation	28 kg d'azote/ha
Taux d'humus	2,3 – 2,7	
Fréquence des apports de matières organiques	3 à 5 ans	
PRÉCÉDENT	Effet du précédent cultural	0 kg d'azote/ha
Précédent cultural	Céréales pailles enlevées	
APPORTS DE MATIÈRES ORGANIQUES	Quantité d'azote apportée par les matières organiques	0 kg d'azote/ha
Matières organiques	Période d'apport	Teneur (kg N/t ou m³) Qu. appliquée (t ou m³/ha)
N ABSORBÉ;	Azote déjà absorbé durant l'automne-hiver	76.16 kg d'azote/ha
N déjà absorbé au 10 février	<input checked="" type="radio"/> Poids placette 1.088 kg/m² <input type="radio"/> Visuelle 30 <input type="radio"/> Visuelle 70 <input type="radio"/> Visuelle 100	
CIPAN	Effet de la culture intermédiaire	0 kg d'azote/ha
CIPAN	Aucune	
RETOURNEMENT DE PRAIRIES	Arrière-effets des prairies retournées	0 kg d'azote/ha
Période de destruction	Aucun	
FOURNITURES D'AZOTE	Total des fournitures	113 kg d'azote/ha
BESOINS	Total des besoins	322 kg d'azote/ha
CONSEIL	Quantité d'azote minéral à apporter	209 kg d'azote/ha

2.5.3. Evaluation

La figure 1 illustre la difficulté d'établir aisément l'optimum de rendement car celui-ci est croissant jusqu'à la fertilisation maximale (300 kg N/ha).

Pour tenter d'y voir plus clair, il y a lieu d'intégrer dans la réflexion le coût de l'engrais et le prix de vente du colza. En 2014, sur base des informations disponibles sur www.terre-net.fr, les hypothèses suivantes ont été faites :

- prix d'achat de l'azote : 0.93 €/kg
- prix de vente du colza : 350 €/t

En intégrant ces hypothèses dans la recherche de la fertilisation optimale (tableau 21), il apparaît un premier « palier » à 150 kg N/ha avec un revenu brut de 1536 €/ha et un second « palier » à 300 kg N/ha, légèrement plus intéressant financièrement (revenu brut à 1585 €/ha)

Tableau 21. Relation fertilisation – marge brute.

N° objet	Fertilisation (kg N/ha)	Fertilisation (€/ha)	Rendement (kg/ha)	Prix vente (€/ha)	Marge brute (€/ha)
2	50	47	3102	1086	1039
3	75	70	3495	1223	1154
4	100	93	4363	1527	1434
5	125	116	4352	1523	1407
6	150	140	4788	1676	1536
7	175	163	4819	1687	1524
8	200	186	4836	1693	1507
9	225	209	4847	1696	1487
10	250	233	5064	1772	1540
11	275	256	5128	1795	1539
12	300	279	5326	1864	1585

Pour « trancher » entre ces deux paliers (du simple au double !), on peut sans doute intégrer des considérations environnementales. L'observation du reliquat azoté dans le sol à la récolte (figure 2) indique clairement que le niveau est nettement plus élevé pour des fertilisations supérieures à 150 kg/ha.

D'autre part, cette même figure renseigne que le sol a fourni (minéralisation de l'humus) environ 53 kg N/ha ; ce qui est 21 kg de plus que l'estimation faite par le conseil de fertilisation (tableau 20).

Les deux conseils de fertilisation ne peuvent donc être considérés comme adaptés.

Par ailleurs, il convient également d'observer que, même avec un faible poids de matière fraîche en sortie d'hiver (1,088 kg/m²), il est à nouveau possible d'observer un rendement supérieur à 3,5 t/ha.

2.6. Expérimentation 2015

2.6.1. Protocole et résultats

Référence GRENeRA : DG 15-10

Référence APPO : COH2015-07

Lors de cette expérimentation, le protocole a compté 12 objets (tableau 22) qui ont fait l'objet d'une mesure de rendement et d'un suivi du reliquat azoté dans le sol à la récolte.

Tableau 22. Synthèse de résultats de mesure de rendement de l'expérimentation de l'APPO en 2015.

Objets	Rendement moyen (kg/ha)	Fertilisation (kg N/ha)	Test de Tukey regroupements
1	3125	0	E
2	4416	100	D
3	4962	150	CD
4	5081	175	BCD
5	5443	200 (100 +100)	ABC
6	5335	200 (150 + 50)	ABC
7	5078	200 (200 + 0)	BCD
8	5446	200 (0 + 200)	ABC
9	5525	225	ABC
10	6060	250	A
11	5772	275	AB
12	5763	300	AB

La valeur moyenne de pesée de matière fraîche en décembre est de 1.052 kg /m². Il n'y a pas eu de pesée en sortie d'hiver. Au cours de cette période, il y a eu deux jours de gelée (24h/24) en janvier avec un minimum de -11,7°C à Gembloux. Le poids en sortie d'hiver a donc été estimé à 1 kg/m².

Aucune mesure du reliquat azoté n'ayant été réalisée en sortie d'hiver ; une valeur estimée de 15 kg N-NO₃ ha⁻¹ a été retenue pour le calcul du conseil de fertilisation.

Le sol est de type limoneux ; il n'y a pas d'apport d'engrais de ferme avant le semis ; la fréquence d'apport d'engrais de ferme est de 3 à 5 ans et l'objectif de rendement supérieur à 4 t/ha.

Le tableau 22 illustre les rendements observés pour chaque objet ainsi que le regroupement statistique d'objets.

Le tableau 23 illustre les résultats des analyses de sol (reliquat d'azote nitrique) réalisées peu après la récolte du colza.

Tableau 23. Synthèse de résultats d'analyse de sol de l'expérimentation de l'APPO en 2015

	Objet	N° Parcelle	0-30	30-60	0-60	Moyenne 2015	Test Tukey
1	Temoin ON	1041	10	5	15	21	A
		736	12	8	20		
		840	18	16	34		
		945	9	5	14		
3	150N	1045	15	8	23	23	A
		738	12	7	19		
		837	7	14	21		
		938	18	12	30		
5	200N	1036	11	4	15	17	A
		740	16	7	23		
		846	12	8	20		
		947	5	4	9		
10	250N	1048	13	3	16	22	A
		746	29	13	42		
		841	9	1	10		
		936	12	9	21		
12	300N	1044	27	15	39	46	B
		748	49	7	56		
		847	27	17	44		
		939	35	11	46		

2.6.1. Conseil « asbl PROTECT'eau »

Le bilan prévisionnel des besoins azotés propose un conseil de fertilisation de 197 kg N.ha⁻¹ (tableau 24).

Tableau 24. Bilan prévisionnel des besoins azotés.

Besoin de la culture	285	kg N/ha
Reliquat post récolte	30	Kg Nmin/ha
Somme des besoins	315	kg N/ha
Poids en sortie d'hiver	1	kg MF/m ²
Azote prélevé par le couvert	70	kg N/ha
Reliquat sortie d'hiver	15	Kg Nmin/ha
Minéralisation humus	32	Kg Nmin/ha
Apport par MO	0	Kg Nmin/ha
Somme des fournitures	118	kg N/ha
Apport = besoins - fournitures	197	kg N/ha

2.6.2. Conseil « harmonisé Requasud »

Le conseil établi sur la base du module *ferti* disponible sur le site web de PROTECT'eau suggère une fertilisation de 209 kg N/ha (voir ci-dessous).

Protecteau » Module ferti culture - Google Chrome

https://protecteau.be/fr/nitrate/agriculteurs/fertilisation-raisonnee/ferti-culture/?print=true

Imprimer cette page

TYPE DE CULTURE	Besoin d'azote selon le type de culture envisagé	292 kg d'azote/ha
Culture envisagée	Colza	
	Rendement du type de culture sélectionné: 4.5 (t/ha)	
N NON PRÉLEVÉ	Azote non prélevé par la culture	30 kg d'azote/ha
BESOINS	Total des besoins	322 kg d'azote/ha
AZOTE DANS LE PROFIL DE SOL	Quantité d'azote dans le profil de sol au printemps	15 kg d'azote/ha
Quantité d'azote	15 kg N-NO3/ha	
MINÉRALISATION	Quantité d'azote libérée par minéralisation	28 kg d'azote/ha
Taux d'humus	2,3 – 2,7	
Fréquence des apports de matières organiques	3 à 5 ans	
PRÉCÉDENT	Effet du précédent cultural	0 kg d'azote/ha
Précédent cultural	Céréales pailles enlevées	
APPORTS DE MATIÈRES ORGANIQUES	Quantité d'azote apportée par les matières organiques	0 kg d'azote/ha
Matières organiques	Période d'apport	Teneur (kg N/t ou m³) Qu. appliquée (t ou m³/ha)
N ABSORBÉ:	Azote déjà absorbé durant l'automne-hiver	70 kg d'azote/ha
N déjà absorbé au 10 février	<input checked="" type="radio"/> Poids placette 1 kg/m² <input type="radio"/> Visuelle 30 <input type="radio"/> Visuelle 70 <input type="radio"/> Visuelle 100	
CIPAN	Effet de la culture intermédiaire	0 kg d'azote/ha
CIPAN	Aucune	
RETOURNEMENT DE PRAIRIES	Arrière-effets des prairies retournées	0 kg d'azote/ha
Période de destruction	Aucun	
FOURNITURES D'AZOTE	Total des fournitures	113 kg d'azote/ha
BESOINS	Total des besoins	322 kg d'azote/ha
CONSEIL	Quantité d'azote minéral à apporter	209 kg d'azote/ha

https://protecteau.be

2.6.3. Evaluation

La fertilisation optimale étant de 200 kg N/ha, les deux conseils sont pertinents.

2.1. Expérimentation 2016

2.1.1. *Protocole et résultats*

Référence GRENeRA : DG 16-07

Référence APPO : COH2015-07

Lors de cette expérimentation, le protocole a compté 5 objets (0, 100, 150, 200 et 300 kg N.ha⁻¹) qui ont fait l'objet d'une mesure de rendement et d'un suivi du reliquat azoté dans le sol à la récolte.

La valeur moyenne de pesées est de 2,59 kg/m² en février.

Le reliquat azoté dans le sol en sortie d'hiver est de 14 kg N-NO₃ ha⁻¹.

Le sol est de type limoneux ; il n'y a pas d'apport d'engrais de ferme avant le semis ; la fréquence d'apport d'engrais de ferme est de 3 à 5 ans et l'objectif de rendement supérieur à 4 t/ha.

La figure 3 illustre les rendements observés pour chaque objet.

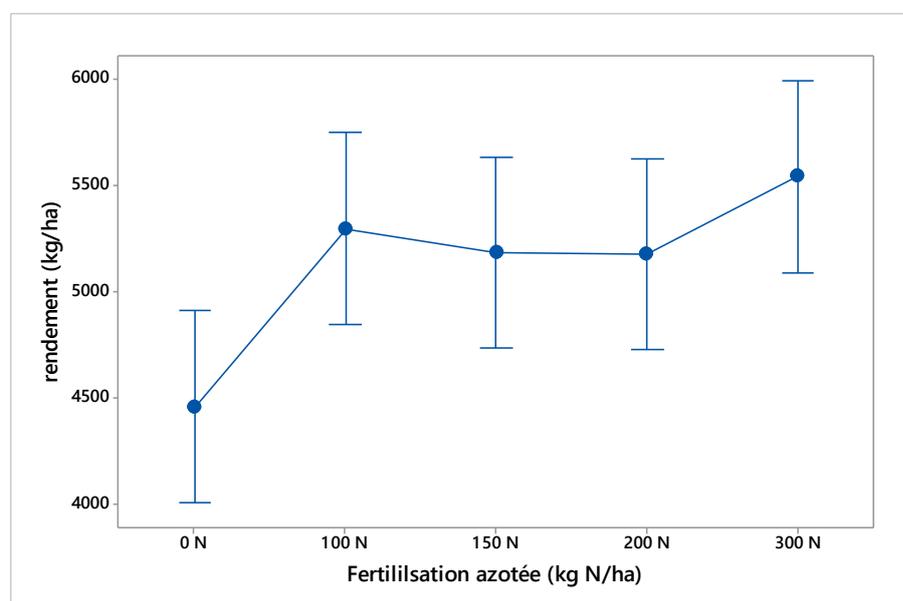


Figure 3. Rendement moyen et intervalle de confiance en fonction de la fertilisation azotée sur la plateforme expérimentale de l'APPO.

La figure 4 illustre les résultats des analyses de sol (reliquat d'azote nitrique) réalisées peu après la récolte du colza.

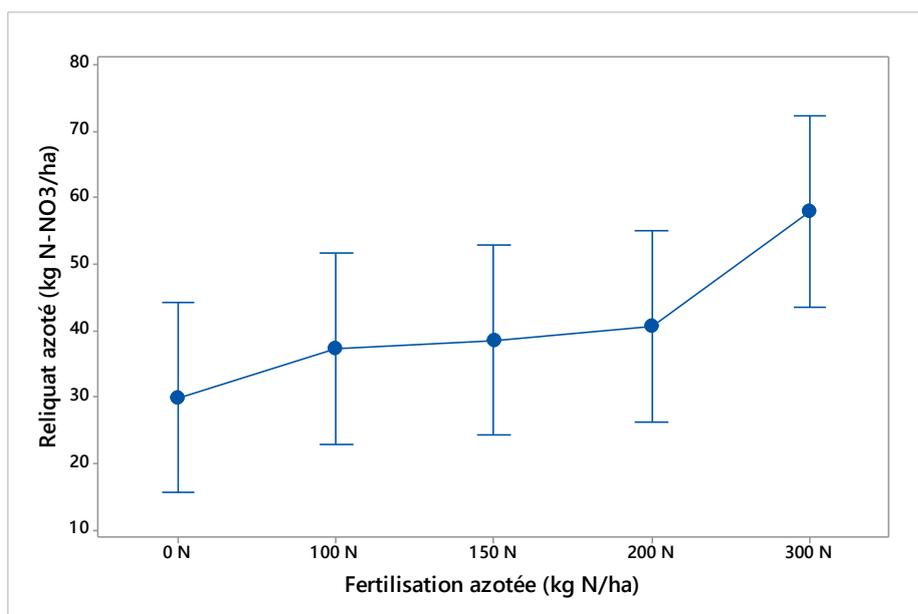


Figure 4. Reliquat azoté moyen et intervalle de confiance par objet sur la plateforme expérimentale de l'APPO.

2.1.2. Conseil « asbl PROTECT'eau »

Le bilan prévisionnel des besoins azotés propose un conseil de fertilisation de 149 kg N.ha⁻¹ (tableau 25).

Tableau 25. Bilan prévisionnel des besoins azotés.

Besoin de la culture	285	kg N/ha
Reliquat post récolte	30	Kg Nmin/ha
Somme des besoins	315	kg N/ha
Poids en sortie d'hiver	2,59	kg MF/m ²
Azote prélevé par le couvert	118	kg N/ha
Reliquat sortie d'hiver	14	Kg Nmin/ha
Minéralisation humus	32	Kg Nmin/ha
Apport par MO	0	Kg Nmin/ha
Somme des fournitures	166	kg N/ha
Apport = besoins - fournitures	149	kg N/ha

2.1.3. Conseil « harmonisé Requasud »

Le conseil établi sur la base du module *ferti* disponible sur le site web de PROTECT'eau suggère une fertilisation (ci-dessous) de 99 kg N/ha.

Protecteau » Module ferti culture - Google Chrome

https://protecteau.be/fr/nitrate/agriculteurs/fertilisation-raisonnee/ferti-culture/?print=true

Imprimer cette page

TYPE DE CULTURE	Besoin d'azote selon le type de culture envisagé	292 kg d'azote/ha
Culture envisagée	Colza	
	Rendement du type de culture sélectionné: 4.5 (t/ha)	
N NON PRÉLEVÉ	Azote non prélevé par la culture	30 kg d'azote/ha
BESOINS	Total des besoins	322 kg d'azote/ha
AZOTE DANS LE PROFIL DE SOL	Quantité d'azote dans le profil de sol au printemps	14 kg d'azote/ha
Quantité d'azote	14 kg N-NO3/ha	
MINÉRALISATION	Quantité d'azote libérée par minéralisation	28 kg d'azote/ha
Taux d'humus	2,3 – 2,7	
Fréquence des apports de matières organiques	3 à 5 ans	
PRÉCÉDENT	Effet du précédent cultural	0 kg d'azote/ha
Précédent cultural	Céréales pailles enlevées	
APPORTS DE MATIÈRES ORGANIQUES	Quantité d'azote apportée par les matières organiques	0 kg d'azote/ha
Matières organiques	Période d'apport	Teneur (kg N/t ou m ³) Qu. appliquée (t ou m ³ /ha)
N ABSORBÉ;	Azote déjà absorbé durant l'automne-hiver	181.3 kg d'azote/ha
N déjà absorbé au 10 février	<input checked="" type="radio"/> Poids placette 2.59 kg/m ² <input type="radio"/> Visuelle 30 <input type="radio"/> Visuelle 70 <input type="radio"/> Visuelle 100	
CIPAN	Effet de la culture intermédiaire	0 kg d'azote/ha
CIPAN	Aucune	
RETOURNEMENT DE PRAIRIES	Arrière-effets des prairies retournées	0 kg d'azote/ha
Période de destruction	Aucun	
FOURNITURES D'AZOTE	Total des fournitures	223 kg d'azote/ha
BESOINS	Total des besoins	322 kg d'azote/ha
CONSEIL	Quantité d'azote minéral à apporter	99 kg d'azote/ha

https://protecteau.be

2.1.4. Evaluation

La fertilisation optimale sur le plan financier et environnemental était de 100 kg N/ha. Le conseil « harmonisé Requasud » est le plus adapté.

3. Conclusion

La méthodologie de conseil de fertilisation s'appuie sur le principe d'une somme de termes (besoin de la culture, reliquat post récolte, reliquat en sortie d'hiver, fourniture d'azote par le sol, ...) qui conduit à l'éventuel complément d'azote à apporter à la culture. L'adaptation majeure proposée par PROTECT'eau asbl vise à changer la méthode de calcul d'un de ces termes : l'azote prélevé par la culture en sortie d'hiver.

Cette adaptation s'appuie, selon PROTECT'eau asbl, sur une méthode allemande développée par l'Institute of Crop Science and Plant Breeding. L'adaptation proposée établit que le prélèvement d'azote par la culture de colza en sortie d'hiver n'est plus une fonction linéaire simple du développement de la végétation : au-delà du premier kilogramme de matière fraîche, la quantité d'azote prélevé par la culture est estimée à 30 kg par kg de matière fraîche alors que jusqu'au premier kilogramme, la quantité d'azote prélevé est estimée à 70 kg par kg de matière fraîche.

Le présent document a pour objectif d'évaluer la pertinence de cette adaptation ainsi que, à la même occasion, le conseil « harmonisé Requasud » en comparant, pour sept années d'expérimentation, ces deux conseils de fertilisation à la fertilisation optimale observée en milieu contrôlé.

La notion d'optimum n'est cependant pas toujours simple à définir. En effet, dans certaines situations, augmenter la fertilisation de 70 kg N/ha (180 → 250 kg N/ha) permet d'accroître la marge brute de 50 €/ha mais augmente le reliquat post récolte de de 14 kg N-NO₃ ha⁻¹. Quid de l'optimum ?

Premier constat, l'objectif de rendement (4,5 tonnes par hectare) est assez cohérent puisque la moyenne des rendements obtenus est de 4,8 tonnes par hectare. L'observation des résultats de ces sept années d'expérimentation indique également que la fertilisation azotée ne « joue qu'à la marge » : si les conditions de l'année ne sont pas propices (rendement faible), une surfertilisation ne corrigera pas ces conditions et de même, si les conditions sont favorables, une sousfertilisation ne pénalisera pas substantiellement le rendement.

De manière générale, il apparaît que les deux méthodes de conseil sont assez proches.

Tableau 26. Synthèse comparative des conseils de fertilisation

Année	Conseil 'harmonisé Requasud' (kg N/ha)	Conseil 'PROTECT'eau asbl' (kg N/ha)	Fertilisation optimale (kg N/ha)	Rendement (t/ha)
2006	230	158	200	4.3
2007	177	183	150	3.4
2008	200	192	180	4.5
2009	174	182	160	6.0
2014	210	200	150	4.8
2015	209	197	200	5.4
2016	99	149	100	5.3

Pour trois (2007, 2009 et 2016) des situations, l'adaptation n'améliore pas le conseil de fertilisation ; pour trois (2008, 2014 et 2015) des situations, l'adaptation l'améliore légèrement et pour la dernière (2006), il n'a été possible de statuer car l'optimum de fertilisation est compris entre les deux conseils.

Par ailleurs, le conseil de fertilisation harmonisé (Requasud – PROTECT'eau) établit le besoin en azote de la culture proportionnellement au rendement escompté. Par contre, l'adaptation proposée fixe ce besoin de façon dichotomique en fonction du développement de la végétation en sortie d'hiver et de la région agricole (tableau 27).

Tableau 27. Besoin d'azote selon la méthodologie proposée par PROTECT'eau asbl

	Toutes régions, petit colza (< 1 kg/m ²)	Famenne, Ardenne, zones moins favorable du Condroz	Région limoneuse, Condroz, Gaume
Potentiel de rendement	< 3,5 t/ha	< 4t/ha	> 4 t/ha
Besoin azoté	225 kg N/ha	255 kg N/ha	285 kg N/ha

A l'époque (2013) de l'harmonisation du conseil de fertilisation (Requasud – Nitrawal), un des griefs reproché à la méthode développée par les français (CETIOM) était que le potentiel de rendement était 'plafonné' à « 4 tonnes et + /ha » alors qu'en région limoneuse, des rendements supérieurs à 5 tonnes étaient régulièrement observés. Par conséquent, lors de l'harmonisation du conseil, ce verrou a été levé en exprimant le besoin d'azote par quintal de production (6,5 kg N/quintal).

Il est dès lors paradoxal de constater que l'adaptation proposée par PROTECT'eau asbl est une sorte de « retour en arrière ».

Enfin, pour quatre des sept années d'expérimentation, le 'faible' développement végétatif (inférieur ou très légèrement supérieur à 1 kg MF/m²) en sortie d'hiver n'a pas limité (tel que prédit par l'adaptation proposée par PROTECT'eau asbl) le potentiel de production à 3,5 t/ha puisque les rendements ont toujours été supérieurs à 4,5 t/ha.

En conclusion, l'adaptation proposée par PROTECT'eau asbl n'apporte guère d'amélioration au conseil de fertilisation ; c'est toute la méthodologie qui devrait être revue.

4. Description de méthodologie allemande de conseil de fertilisation

4.1. Site web d'une importante coopérative de colza

https://www.rapool.de/index.cfm/nav/473/action/calculators/calc/n_kalkulation.html

Accueil > Détermination de la demande en azote

colza d'hiver

HATRICK
BENDER
VIOLON **NOUVEAU**
SMARAGD **NOUVEAU**
FOSSIL **NOUVEAU**
CROCODILE **NOUVEAU**
AUTRES VARIÉTÉS

le viol d'été

MIRAKEL
MENTHAL
APTITUDE

endroits spéciaux

HOLLI RAPS
ERUCARAPS

Outils pratiques

PLANIFICATION DES ENGRAIS (DÜV)
QU'EST-CE QUE LE VIOL WR CALCULATOR
SEMOIR
N-SCALE
MODULE D'INSECTICIDE



Détermination de la fertilisation azotée maximale au printemps (détermination de la demande en azote)

récolte

Valeurs par défaut selon DÜV

Résultat net de base	40 dt / ha
Base de N-demande	200 kg / ha
Incrément / déductions	5 dt / ha

bénéfices 

Année de récolte 2015	<input type="text" value="40"/>	dt / ha
Année de récolte 2016	<input type="text" value="40"/>	dt / ha
Année de récolte 2017	<input type="text" value="40"/>	dt / ha
Année de récolte 2018	<input type="text" value="40"/>	dt / ha

Si le rendement moyen corrigé sur 3 ans s'écarte du rendement de base utilisé dans le DÜV, des surtaxes ou des déductions peuvent survenir pour les besoins en azote.

Valeur de la demande d'azote	200 kg / ha
Rendement moyen à 3 ans	40,0 dt / ha
Frais de correction / réduction	0 kg / ha
Gains moyens corrigés	0,0 dt / ha
valeur corrigée des besoins en azote 2019	200 kg / ha

2. de la valeur de la demande en azote à l'engrais azoté maximal admissible

La valeur de la demande en azote indique les besoins totaux en N de la culture, qui est couverte par différentes sources. Ceux-ci doivent être pris en compte lors du calcul des besoins en engrais azoté.

Nmin. - salaire	<input type="text" value="30"/>	kg N / ha  déduction
Vorfrucht	<input type="text" value="Céréales (avec et sans paille)"/>	
Culture déduction	<input type="text" value="0"/>	kg N / ha déduction
Fertilisation organique l'année précédente 	<input type="text" value="0"/>	kg N / ha
	<input type="text" value="0"/>	kg N / ha  déduction
Contenu en humus du site supérieur à 4%?	<input type="checkbox"/>	0 kg N / ha déduction
besoin maximal admissible en engrais azoté		170 kg N / ha

Si la fertilisation à N est purement minérale, cette valeur correspond à la fertilisation à N maximale admissible. Dans le cas d'une fertilisation organique ou combinée minérale / organique, cela résulte de l'évaluation différente de l'offre et de l'utilisation

L'azote organique épandu avant le semis est comptabilisé à 10% de la quantité épandue, sans description du type de matière apportée.

Le sol est décrit de façon 'binaire' : taux d'humus inférieur ou supérieur à 4%.

4.2. Articles communiqués par l'asbl PROTECT'eau (18/06/19)

Extrait de

Analysing soil and canopy factors affecting optimum nitrogen fertilization rates of oilseed rape (Brassica napus)

J. HENKE^{1*}, K. SIELING^{1#}, W. SAUERMAN²

AND H. KAGE¹

¹ Institute of Crop Science and Plant Breeding, Christian-Albrechts-University, Hermann-Rodewald-Str. 9, D-24118 Kiel, Germany

² Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Am Kamp 9, D-24783 Osterroñfeld, Germany

(Revised MS received 29 August 2008; First published online 12 November 2008)

Farmers could roughly estimate canopy N (kg N/ha) by a simple field method which consists of weighing fresh crop biomass from a 1 m² area and multiplying by a conversion factor of 45. Together with the canopy N estimation method, canopy N in autumn should be taken into account when deciding the optimal N fertilization rates in spring. The implementation of this approach into practical use by farmers is based on an average OSR canopy with 50 kg N/ha accumulated in the autumn which will be fertilized in spring according to the official recommendation (e.g. 200 kg N/ha). Each kg N/ha exceeding the threshold of 50 kg N/ha reduces the N fertilization in spring by 0.7 kg N/ha. However, it is not possible to give absolute recommendations.

Extrait de

Klaus Sieling, Henning Kage. Efficient N management using winter oilseed rape. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 2010, 30 (2), <10.1051/agro/2009036>. <hal-00886518>

The results of Henke et al. (2009) clearly demonstrate that canopy N in fall is a suitable indicator for optimizing N fertilization rates. The implementation of this approach into practical use by farmers is based on an average rapeseed canopy with 50 kg N/ha accumulated in fall (1.1 kg FM/m²) which will be fertilized in spring according to the official recommendation (e.g. 200 kg N/ha). Each kg N/ha exceeding the threshold of 50 kg N/ha reduces the N fertilization in spring by 0.7 kg N/ha.

Ce que disent ces deux articles (publiés en 2008 et 2009) :

- la mesure de la matière fraîche (MF) doit être effectuée en automne (et non au printemps comme le recommande PROTECT'eau) ;
- chaque kg de MF représente 45 kg d'N/ha prélevé par la végétation ;
- chaque kg d'azote prélevé au-delà du plancher de 50 kg N/ha implique une réduction de fertilisation de 0.7 kg N/ha (soit 31.5 kg N/ha (45 x 0.7) pour 1 kg de MF supplémentaire ;
- la réduction est faite sur le conseil « officiel » ;
- l'élaboration du conseil « officiel » n'est pas décrite dans la méthode.

4.3. Plan prévisionnel allemand de fertilisation du colza

[https://www.dlr.rlp.de/Internet/global/Themen.nsf/B81D6F06B181D7E7C1256E920051AC19/41EBFADA9710DAE8C12581A10026EAC3/\\$FILE/N-D%C3%BCngeplaner%20RP%201.5.xlsx](https://www.dlr.rlp.de/Internet/global/Themen.nsf/B81D6F06B181D7E7C1256E920051AC19/41EBFADA9710DAE8C12581A10026EAC3/$FILE/N-D%C3%BCngeplaner%20RP%201.5.xlsx)

Le plan prévisionnel de fertilisation (version 1.5 de février 2018-) renseigne une réduction de 35 kg N/ha si 2,5 kg MF/m² (la réduction est nulle pour 1.1 kg MF/ha)

Les besoins d'azote pour une production de 35, 40, 45 et 50 quintaux par ha sont respectivement estimés à 185, 200, 210 et 220 kg N/ha.

N-Düngeplaner RP 1.5(1) - Microsoft Excel			
Fichier Accueil Insertion Mise en page Formules Données Révision Affichage Développeur			
B35	2,5 kg FM/m ²		
1	A	B	C
2		DLR R-N-H Testbetrieb	Erntejahr
3		Rüdesheimer Str. 60-68	2018
4		55545 Bad Kreuznach	
5	Raps		
6	Berechnung des N-Düngebedarfs gemäß Düngeverordnung vom Mai 2017.		Standortbezogene N-Obergrenze gemäß Düngeverordnung
7	Zielertrag dt/ha (bei 91 % TM)		40
8			
9			kg N/ha
10	ertragsabhängiger Bedarfswert		200
11		N _{min} 0 - 30 cm	15
12		N _{min} 30 - 60 cm	10
13		N _{min} 60 - 90 cm	5
14	Zwischenfrucht	keine	0
15	Vorfrucht	Getreide, Mais	0
16	organ. Dgg im Vorjahr	10 % vom aufgebrauchten Ges.-N	
17	Humusgehalt	bis 4 %	0
18	Obergrenze gemäß Düngeverordnung kg N/ha		170
19			mineralisch und org
20	Berechnung des Phosphat-Düngebedarfs gemäß Düngeverordnung vom Mai 2017		kg P ₂ O ₅ /ha
21	Gemäß DüV dürfen Schläge mit Gehalten über 20 mg CAL- o. 3,6 mg EUF-löslichem P ₂ O ₅ /100 g Boden maximal bis zur voraussichtlichen P-Abfuhr mit dem Erntegut gedüngt werden. Dies entspricht der Empfehlung in Gehaltsklasse C. Im Rahmen der Fruchtfolge kann dies als Vorratsdüngung für jeweils 3 Jahre im Voraus erfolgen.		Erntegut
22			Korn
23			Korn + anteilige
24			198
25			144
26			108
27			72
28			36
29	Im Nährstoffvergleich darf (ab 2018) ein Saldo von 10 kg P ₂ O ₅ /ha und Jahr nicht überschritten werden.		Der hier kulturspezifisch ermittelte P-Bedarf sollte in der Fruchtfolge insbes. zu Kulturen wie Kart., Mais, Z-Rüben od Vorrat gegeben werden. Nur bei geringer P-Versorgung an eine jährliche Phosphatdüngung.
30	Diese N-Düngeempfehlung kann eine teilflächenspezifische N-Düngung abhängig von Höhenlage, Ackerzahl, Ertragsniveau und Pflanzenaufwuchs unterstützen.		Düngeempfehlung kg N/ha
31	Ackerzahl	60	5
32	Höhenlage m über NN	200	4
33	vorw. Form langj. organ. Düngung	keine	0
34	langj. organ. Düngung in GV/ha (1 GV = 80 - 100 kg Gesamt-N)	0,0	0
35	Aufwuchs im Spätherbst	2,5 kg FM/m ²	-35
36	Sollwerte abh. von Ertrag und Höhe üNN		weitere berücksichtig
37	1. N-Gabe (Veg.,beginn)	103	69
38	2. N-Gabe (Schossbeginn)	102	66
39	Summen kg N/ha	201	136