

# Point sur les essais menés en fertilisation de froment biologique

J. Legrand<sup>1</sup>, A. Stalport<sup>2</sup>, M. Abras<sup>3</sup>, B. Heens<sup>1</sup>, B. Godden<sup>3</sup> et O. Mahieu<sup>2</sup>

Des essais de fertilisation de froment d'hiver en agriculture biologique ont été menés de 2016 à 2021 par 3 institutions : le CARAH, le CPL VEGEMAR et le CRA-W. Ils ont été menés sur des parcelles en rotation de grandes cultures : céréales et légumes plein champ avec des apports réguliers en matière organique. Les précédents culturaux et les reliquats azotés en sortie d'hiver sont repris dans le tableau ci-dessous. Le rendement du témoin sans fertilisation est également repris pour donner une indication du potentiel du sol dans la situation donnée (lieu-année).

*Tableau 1 : Caractéristiques des sites d'essais*

Froment	CARAH			CPL-VEGEMAR			CRA-W		
	Chièvres/Ath			Horion-Hozémont			Nethen/Rhisnes		
	Précédent	Reliquat (30-60-90 cm) (kgN/ha)	Rendement Témoin (T/ha)	Précédent	Reliquat (30-60-90 cm) (kgN/ha)	Rendement Témoin (T/ha)	Précédent	Reliquat (30-60-90 cm) (kgN/ha)	Rendement Témoin (T/ha)
2016							Féverole	18 (7-6-5)	2,533
2017				Oignons	71 (15-31-25)	7,435			
2018	Maïs	56 (17-16-22)	6,828	Pomme de terre	50 (8-13-29)	5,473	Pois	31 (7-7-17)	4,296
2019	Couvert Spontané	88 (28-33-27)	6,932	Haricots	45 (6-11-28)	7,86	Pois	75 (5-23-47)	6,875
2020	Pois de conserve Moutarde-phacélie	91 (20-31-39)	*	Pomme de terre	19 (4-4-11)	6,832			
2021				Carottes	35 (9-9-17)	6,494			

*\*En raison de la concurrence trop importante en adventices, les résultats de cet essai n'ont pas été pris en compte pour la synthèse.*

La **fertilisation en agriculture biologique** dépend d'une part, de la minéralisation de la matière organique du sol et d'autre part, des apports exogènes respectant le cahier des charges du bio : engrais organique du commerce (EOC), engrais de ferme, digestat, vinasse ou autre. La particularité de ces engrais est qu'ils doivent d'abord passer par une phase de minéralisation avant d'être assimilables par la céréale. La part en azote ammoniacal de ces différentes matières est variable et généralement faible.

<sup>1</sup> CPL-VEGEMAR asbl—Centre Provincial Liégeois des Productions végétales et maraîchères – Province de Liège

<sup>2</sup> CARAH asbl-Centre pour l'Agronomie et l'Agro-industrie de la Province du Hainaut

<sup>3</sup> CRA-W-Département durabilité, systèmes et perspectives - Unité : Sols, eaux et productions intégrées.

La minéralisation dépend des conditions climatiques de l'année et principalement la température et la pluviométrie, paramètre qui influence directement la teneur en eau du sol. Ces paramètres ne sont malheureusement pas connus avant l'épandage des engrais organiques.

Au cours des 6 années d'essais, les **reliquats azotés en sortie d'hiver** se situaient entre 18 et 91 kg N/ha. Le rendement des témoins non fertilisés n'est pas proportionnel aux reliquats azotés (Tableau 1). En effet, même s'ils donnent une indication, ils ne constituent qu'un élément du bilan de fertilisation.

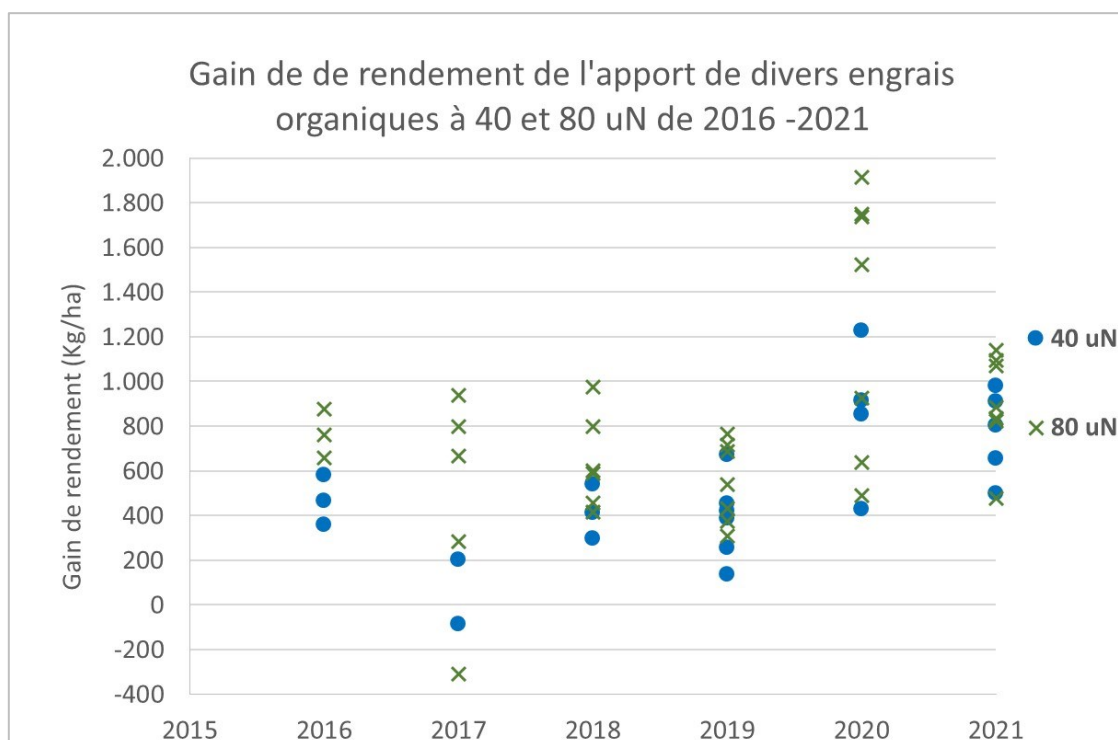
En plus des reliquats azotés, le **précédent** et les **résidus de culture** jouent un rôle important sur la fourniture naturelle du sol en azote. Après une légumineuse, comme le pois et le haricot, on s'attend à avoir un profil plus riche en azote.

Le **travail du sol** est également important pour l'incorporation des résidus de cultures avant l'implantation du couvert ou de la céréale. Il permet d'éviter les pertes par volatilisation et favorise leur décomposition. L'incorporation des engrais organiques sera également importante pour les mêmes raisons au printemps. Il se réalise notamment grâce aux passages des outils de désherbage mécanique et sera plus facile pour un EOC que pour un fumier, en raison de sa texture et friabilité.

Au cours **de ces essais** qui seront présentés ci-dessous, différents EOC de différentes firmes ont été testés ainsi que le digestat de BHG (Biogaz du Haut Geer), la vinasse dépotassé Boval et des engrais de ferme issus d'élevage de volailles principalement. Ils ont été testés à différentes doses dont 40 et 80 kg d'N/ha. D'une année d'essai à l'autre, ce ne sont malheureusement pas les mêmes EOC qui ont été testés, et ce parce que les fournisseurs changent leur gamme ou composition d'une année à l'autre. Un EOC a cependant fait l'exception, il s'agit de l'orgamine, représenté par l'abréviation B6 et présent dans tous les essais. Le gain de rendement annuel (différence entre le rendement obtenu avec l'apport d'engrais et le rendement du témoin non fertilisé) est repris dans le graphique 1. Chaque point ou croix représente selon la dose d'azote appliquée, le gain de rendement d'une matière testée pour les différentes années de 2016 à 2021.

On observe sur ce graphique que **l'année** a de l'importance sur le gain de rendement. Certaines années, comme en 2017 et 2020, le gain de rendement peut être très variable d'une matière à l'autre, de négatif (-300 kg/ha) à très positif (+1900 kg/ha). L'année 2017 est le reflet d'un seul site avec un potentiel du sol élevé vu la valeur du témoin non fertilisé de 7.5 T/ha.

*Graphique 1 : Gain de rendement de l'apport d'engrais organique à la dose de 40 et 80 uN de 2016-2021*



Le gain de rendement maximal a été observé en 2020 avec un EOC puis avec la vinasse, tous deux à la dose de 80 kg N/ha. Les conditions climatiques ont été favorables à la décomposition et à la minéralisation des engrais. En effet, le printemps 2020 s'est caractérisé par des températures plus élevées que la normale et au moment du tallage (mars-avril), les apports en eau étaient normaux, contrairement à la fin du printemps où ils ont été déficitaires.

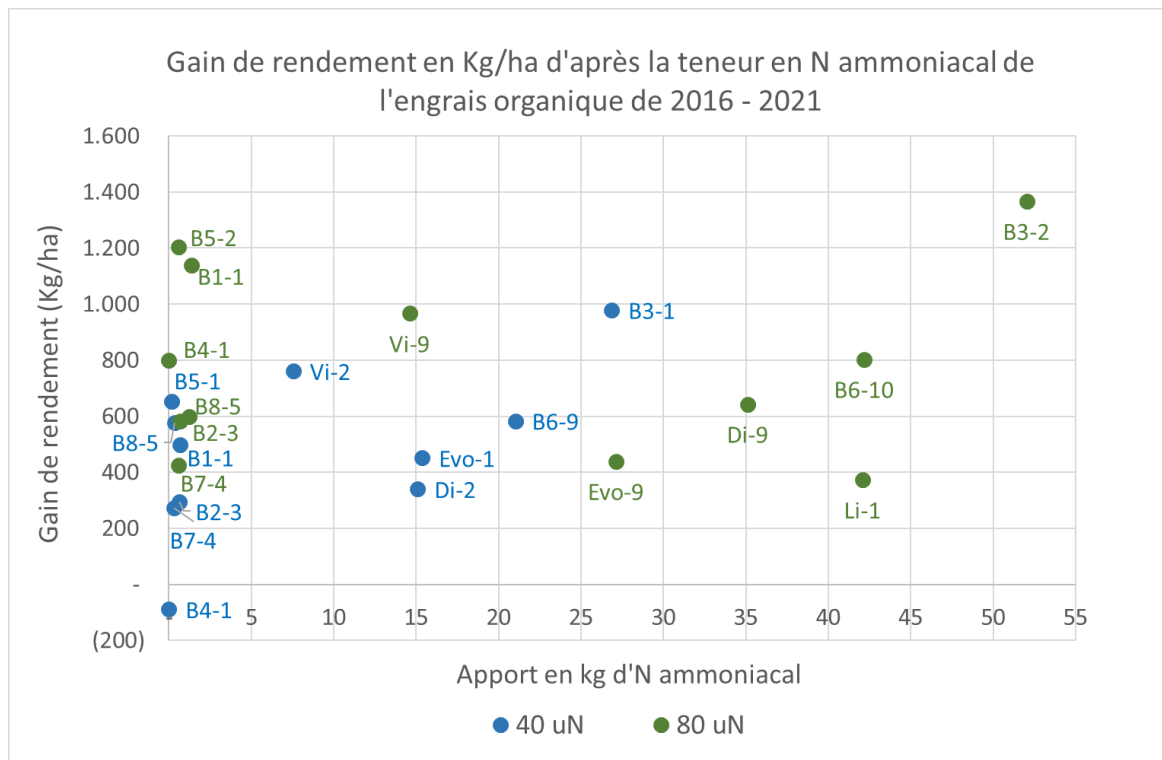
Inversement, les années 2018, 2019 et 2021 ont été marquées par un déficit hydrique au printemps. De plus, 2021 s'est caractérisé par des températures inférieures à la normale. Dans ces conditions, la minéralisation des engrais organiques a été pénalisée quelle que soit la dose appliquée. Il faut ajouter qu'en 2019, les 3 sites d'essais avaient pour précédent une légumineuse qui a contribué à un rendement du témoin très élevé. C'est vraisemblablement pour cette raison que le gain de rendement lié à l'engrais a été moins élevé (Tableau 1).

Du point de vue de **la dose appliquée**, la céréale y répond en général relativement bien mais cela dépend encore une fois de l'année et des matières apportées. Et dans tous les cas, il est important de bien veiller à la rentabilité des apports d'engrais (voir graphique 3).

**La teneur en azote ammoniacal** des matières est un indicateur de la disponibilité à court terme de l'azote pour la plante. Le gain de rendement moyen en fonction de la teneur en azote ammoniacal est illustré dans le graphique 2. Chaque point représente, la moyenne du gain de rendement obtenu pour chaque matière organique. Les points en gris foncé et en gris clair sont les matières apportées respectivement à la dose de 40 kg N/ha, et de 80 kg N/ha. L'abréviation à côté du point indique de quelle matière il s'agit et le nombre d'essais sur lesquels la moyenne a été calculée. Le nombre d'essais est très variable d'une matière à l'autre et a son importance pour la fiabilité de la valeur. La légende de ses abréviations se trouvent dans le tableau 2.

Certains éléments intéressants ressortent de ce graphique. Premièrement, beaucoup de points se trouvent dans la partie gauche du graphique. Ce sont des EOC avec un pourcentage en azote ammoniacal faible. Le gain de rendement qu'ils procurent sont variables et même parfois parmi les plus élevés. Certains EOC ont un pourcentage en azote ammoniacal élevé (B6 et B3) et fournissent en moyenne des gains de rendement élevés. Contrairement à ce que l'on aurait pu penser, le gain de rendement n'est pas toujours proportionnel à la teneur en azote ammoniacal. Il s'agit du même constat pour les vinasses qui obtiennent un meilleur gain de rendement que le digestat ou les effluents de volaille. Deuxièmement, on observe bien l'augmentation de rendement liée à l'augmentation de la dose et ce de manière différente pour chaque matière.

*Graphique 2 : Effet de la quantité d'azote ammoniacal sur le gain de rendement*



*Tableau 2 Légende des matières testées, nombre d'essais et prix à l'unité*

Légende des matières		Prix engrais €/U
B1	EOC 1	6,21
B2	EOC 2	4,91
B3	EOC 3	4,31
B4	EOC 4	3,59
B5	EOC 5	5,00
B6	EOC 6	8,01
B7	EOC 7	3,50
B8	EOC 8	3,65
Di	Digestat Biogaz Haut Geer	1,83
Li	Lisier de vache	1,75
Evo	Effluent de volaille (%N Tot 1,5-2,8)	3,01
Vi	Vinasse de sucrerie	3,54

Aux termes de ces essais, il est délicat de comparer **les différentes matières organiques** entre elles car celles-ci varient d'une année à l'autre. En effet, dans le cas des EOC, le fournisseur change sa composition ou ne poursuit plus sa fabrication à l'exception du B6. Pour les engrais de ferme, leur composition varie fortement d'une année à l'autre en raison de leurs provenances diverses et des conditions de stockage en tas plus ou moins longue. Ces derniers donnent en général un gain de rendement plus faible qui peut s'expliquer d'une part, par la volatilisation d'une partie de l'azote à l'épandage et d'autre part, par un temps de minéralisation plus long. Les résultats annuels sont très variables et directement liés à la composition et au rapport C/N des différents apports. Concernant le digestat et la vinasse, la composition est plus stable d'une année à l'autre et la même matière a été utilisée quel que soit le site d'essais. De manière générale, les réponses les meilleures ont été obtenues à la dose de 80 kg N/ha et en moyenne sur les 5 années d'essais, c'est la vinasse qui fournit les meilleurs rendements.

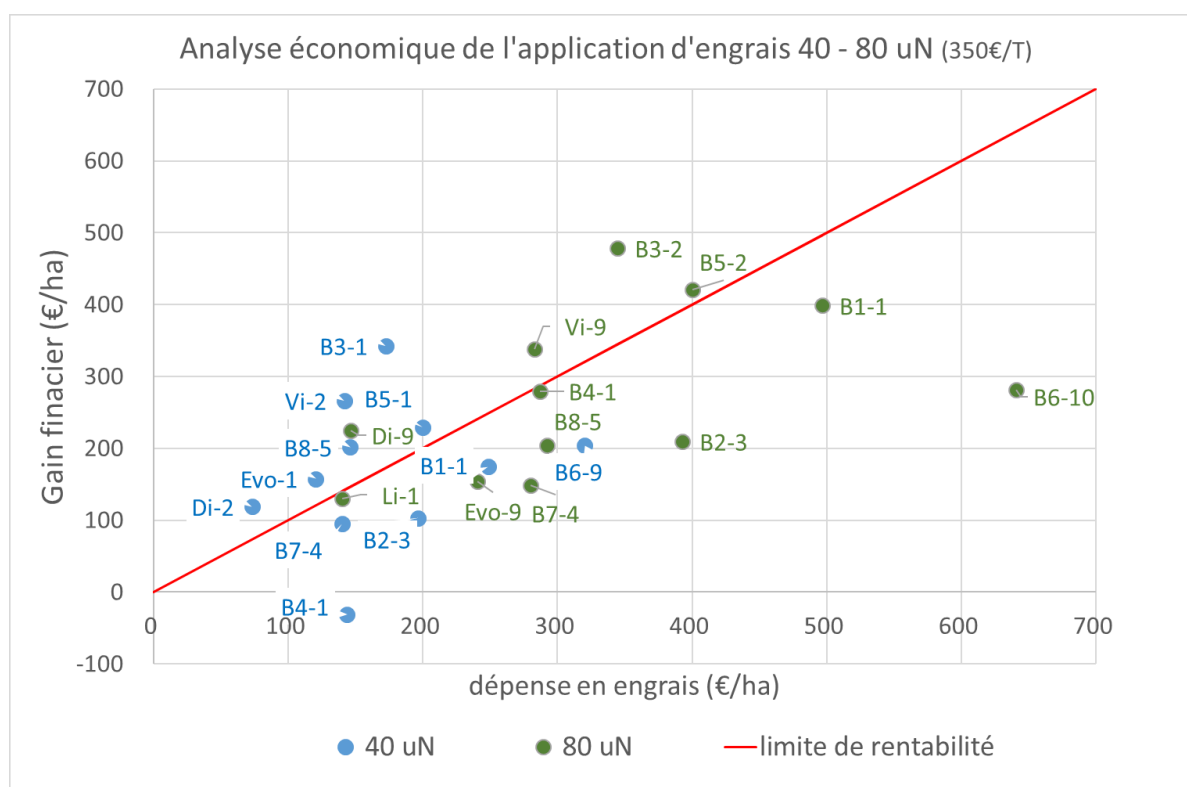
Enfin, il est primordial d'étudier la **rentabilité économique** de ses apports. Celle-ci dépend du gain de rendement par rapport au témoin non fertilisé, du prix de vente du froment et du prix de l'engrais.

Le graphique 3 représente le gain financier en fonction de la dépense en engrais. Il a été calculé avec un prix de vente du froment à 350 €/tonne et avec un prix des engrais repris dans le tableau 2. La droite représente la limite de rentabilité, ce qui signifie que le gain de rendement paie le coût de l'engrais. Les points situés sous cette droite représentent les couples matière-dose qui ne sont pas rentables économiquement.

A côté des points se trouve l'abréviation de la matière ainsi que le nombre d'années d'essais qui donnent une idée de la fiabilité de la valeur.

En moyenne sur les 9 essais de 2016 à 2021, le digestat et la vinasse étaient au-dessus du seuil de rentabilité, peu importe la dose. Par contre, pour les EOC, les résultats sont plus variables. On prend un plus grand risque financier en apportant ces matières à la dose de 80 kg N/ha qu'à la dose de 40 kg N/ha. L'EOC B6, en raison de son prix élevé, n'est économiquement pas rentable. Enfin, les apports de 80 kg N/ha avec les effluents de volaille ne sont généralement pas rentables non plus.

*Graphique 3 Analyse économique de l'application d'engrais organique.*



Un dernier paramètre évalué au cours de ces essais est **la qualité du blé**. Si on se base uniquement sur le critère de la teneur en protéines, il n'y a pas d'effet de l'apport d'engrais, peu importe sa forme. Seule l'association froment-pois permet d'augmenter de 1.5 % à 2 % la teneur en protéines du froment respectivement pour des niveaux de fertilisation de 0 et 40 kg N/ha. Cependant, cette association entraîne d'autres contraintes liées d'une part à la date de la récolte (maturité des pois et du blé identique et pas de sur-maturité du pois) et d'autre part à la problématique de la séparation du blé et des pois. En effet, pour une valorisation dans la filière panifiable, il faut un tri très pointu pour éliminer les pois cassés. Ce coût de triage plombe la rentabilité de cette filière, malgré le fait que grâce à sa teneur en protéines, le blé puisse être vendu 50 à 60 €/T en plus et que le pois protéagineux soit bien valorisé. Le meilleur levier pour obtenir un blé de qualité reste le choix variétal (voir LB septembre).

En guise de **conclusion**, des études préalables ont montré la nécessité en agriculture biologique d'apporter une fraction unique et ce dès la reprise de la végétation. Des apports plus tardifs libèreraient la majorité de leur azote trop tard, c'est-à-dire après la phase d'absorption par la céréale (B. Godden, 2021<sup>4</sup>). La période des besoins en azote (de mars à juin) ne correspond pas à la période de forte minéralisation du sol, ce qui peut dans certains cas entraîner une faim d'azote s'il n'y a pas d'apport extérieur (B. Godden, 2021).

Avant de fertiliser, il est important de tenir compte du précédent et des reliquats azotés en sortie d'hiver. Ces éléments permettront de connaître la situation de départ et d'orienter au mieux la dose d'engrais à appliquer avec un maximum de 80 kg N/ha. L'analyse de la matière organique

<sup>4</sup> La gestion de la fertilité des sols et de la fertilisation en grandes cultures en agriculture biologique. Socle de compétences de Bernard Godden, 2021.

est évidemment aussi nécessaire pour doser correctement l'apport mais il restera toujours une part d'inconnue avec le facteur « année ».

Il est bien mis en évidence que le coût de l'engrais influence directement la rentabilité de la fertilisation.

Notons qu'au cours de ces essais en micro-parcelles, les apports ont été réalisés manuellement et ne prennent pas en compte les éventuels tassements de sol liés au passage d'engin d'épandage, parfois très lourds.

Enfin, ces essais ont été menés en condition de rotation céréales-légumes plein champ avec des retours fréquents en matière organique dont les effets se font ressentir sur plusieurs années. Idéalement, des essais similaires devraient être menés également en situation plus limitante en azote de manière à mieux évaluer l'effet réel des engrais apportés.