

La baisse de rendement du blé chez les « anciens » bio

Polyculture-Élevage : Identifier les raisons de la baisse des rendements céréaliers chez les « anciens » bio et proposer des solutions agronomiques.

Enjeu : Après avoir identifié les causes de la baisse des rendements, des changements de pratiques agronomiques sont proposés, qui pourront servir à d'autres éleveurs céréaliers bio du Massif Central.

Ce compte-rendu d'observations se lit comme un Cluedo agronomique, avec la recherche d'indices pour confondre le ou les coupables



1. Contexte

Une exploitation expérimentée en agriculture biologique (Ferme A - 30 ans de bio) constate une érosion lente mais sûre de ses rendements en blé depuis 10 ans de l'ordre de -10 quintaux/ha, avec des rendements blé moyens qui ne dépassent plus, désormais, les 30 qx/ha. Les sécheresses et les gels de printemps des années 2015 à 2022 n'expliquent pas tout. En effet, de « nouveaux bio » comme la ferme B (8 ans de bio) ont des rendements en blé qui passent régulièrement le cap des 40 qx/ha en première paille.

Afin d'identifier les causes de cette baisse de rendement chez les « anciens bio », la Chambre d'agriculture du Cantal a suivi 2 parcelles de blé chez les agriculteurs préalablement cités au moyen d'un questionnaire et de relevés sur les parcelles (méthode de la composante des rendements). En raison de l'automne 2023 très pluvieux, les semis de blé se sont étalés de mi-octobre à fin décembre. Nous avons privilégié l'étude des semis effectués en dernière quinzaine d'octobre, ce qui a eu pour conséquences de retenir un blé de première paille pour la ferme A et un blé de 3^{ème} paille pour la ferme B.

Une année climatique hors normes : douceur et pluviométrie excessives

Données météo station d'Aurillac comparées aux normales 1991-2020 (source infoclimat)		
Mois	Pluviométrie	Températures moyennes
Nov-23	+ 83 %	+0,3 °C
Déc-23	+ 37 %	+1,5 °C
Janv-24	- 13%	+1,3 °C
Févr-24	+73 %	+3 °C
Mars-24	+ 58 %	+1,5 °C
Avr-24	+ 8%	+0,5 °C
Mai-24	+75 %	-0,9 °C
Juin-24	+42 %	+0,1 °C

Pour mémoire, la pluviométrie moyenne annuelle d'Aurillac est déjà conséquente, avec 1170 mm !

Les céréales à paille ont détesté ce climat : les deux parcelles de blés bio ne dépasseront pas les 20 qx/ha ! Les raisons incluent les implantations compliquées à l'automne 2023 dans des parcelles détrempées, la présence de mouillères tout l'hiver qui ont causé la mort des plants de céréales, l'enherbement abondant sans pouvoir passer la herse étrille, pas de possibilité de passer un coup de lisier, ce qui a conduit à des indices d'azote inférieurs à 45 au stade de redressement et, pour finir, un orage de grêle survenue le 11 juillet sur une parcelle.

Fiche d'identité des deux exploitations et des deux parcelles de blé

Données	Ferme A	Ferme B
Ancienneté en bio	30 ans	8 ans
Région naturelle	Bassin aurillacois et châtaigneraie cantalienne	
Altitude	520 m	650 m
Sol	Limono-sablo-argileux sur schiste Parcelles plates	
Pluviométrie annuelle moyenne 30 ans 1980-2010	1170 mm	
Système de production	Elevage allaitant	
Total UGB	85	128
Chargement corrigé	1,10 UGB/ha	1,4 UGB/ha
Profondeur du sol moyenne sur 10 sondages	24 cm	80 cm
Variété de blé	Capo	Ludwig
Origine des semences	Semences fermières triées	
Date de semis	30/10/2023	13/10/2023
Quantité de semences/ha	200 kg/ha	200 kg/ha
Date de semis en nb de grains/m ²	480	480
Durée moyenne de la rotation	5 à 6 ans : blé-méteil-prairie temporaire de 3 à 4 ans	7 à 8 ans : 2 à 3 ans de céréales + 5 ans de prairie

En résumé : les conditions pédoclimatiques sont proches, avec deux différences majeures sur la profondeur de sol et la durée des rotations.

2. Les suspects interrogés tout au long de l'année culturale 2023/2024

Comparaison des pratiques agronomiques

Les rotations sont longues sur la ferme B (moyenne de 8 ans) avec deux à trois ans de céréales à paille et des prairies multi-espèces ou des luzernes d'une durée de 5 ans. En revanche sur la ferme A, la durée moyenne est de 5 ans avec deux ans de céréales à paille et 3 ans de prairies multi-espèces.

- On remarque sur la ferme B, un effet très net sur le rendement lorsque le **précédent est une prairie à base de luzerne**.
- Compte tenu de la structure foncière plus grande, la ferme B peut conserver ses prairies deux ans de plus que sur la ferme A. Ces deux années supplémentaires de prairie sont cruciales pour la gestion de l'enherbement (voir ci-dessous).



Note d'enherbement de 3 sur 5 à la ferme A, le 11 janvier 2024 sur un blé de première paille.



Note d'enherbement de 1,5 sur 5 à la ferme B, le 15 janvier 2024 sur un blé de troisième paille !

N.B : La note de 0 correspond à une absence d'adventices et 5 un salissement complet des inter-rangs

Les principales adventices sont des dicotylédones annuelles (véronique agreste, véronique feuille de lierre, céraiste aggloméré et mouroin des oiseaux). **Avec des taux de décroissance annuelle de 50 %**, il faut 8 années de prairie pour éliminer totalement le stock grainier, d'où une plus forte pression des adventices sur la ferme A.

- Les deux exploitations pratiquent un labour léger et alternent avec des passages de déchaumeurs à disques et à dents. Les structures du sol des deux parcelles sont excellentes (porosité, vers de terre, grumelles stables...).



Mini profil à la bêche : Les structures sont de bonne qualité avec une couleur plus humifère et plus d'agréats sur la ferme A (photo de gauche).

- Les deux exploitations **sèment des intercultures à base de moutarde et de navettes après le chaulage**, systématiquement sur la ferme B et en fonction des orages d'été pour la ferme A (donc sans interculture depuis 2021).
- Les deux exploitations **apportent 12 tonnes/ha de compost de fumier de bovins** à l'implantation des céréales.
- Les deux exploitations **incorporent des copeaux de bois dans la litière animale et sur l'aire de raclage mais dans des proportions très différentes** :

	Ferme A	Ferme B
Additifs ferments litières	Non	Non
Production de fumier en T/an	350	450
Quantité de copeaux dans les litières en T/an	40	8
Quantité de paille dans les litières en T/an	40	90
% copeaux dans la litière	50%	8%
% copeaux dans le fumier	11%	2%

Cette forte proportion de copeaux, donc de lignine sur la ferme A, peut accentuer le **phénomène de faim d'azote en début de printemps sur céréales**.

- **Les deux exploitations apportent régulièrement du carbonate de calcium** : 2 t/ha tous les deux ans pour la ferme A et 2,5 t/ha tous les trois ans pour la ferme B. Cette régularité d'amendement explique les bons niveaux de pH_{eau} et de saturation de la CEC.
- **Pas d'apports d'engrais minéraux ou organiques achetés.**
- **Les deux exploitations ont semé des variétés de blé boulanger d'origine autrichienne (Capo et Ludwig)** en semences fermières triées. Les densités de semis sont identiques et **plutôt élevées** compte tenu de la date de semis (dernière quinzaine d'octobre).
- **Passage de la herse étrille** : les deux exploitations réalisent habituellement un passage de herse étrille au stade début tallage. En raison de l'absence de portance des sols, seule la ferme B a réussi à passer le combiné herse étrille semoir + rouleau Cambridge le 4 avril 2024, afin d'implanter une prairie multi espèces dans le blé. **Il est probable que ce passage de herse étrille ait favorisé la levée de dormance de graines de ray-grass italien, très présent en fin de cycle. Les vesces communes et vesces des haies** ont explosé en fin de cycle sur les deux parcelles de blé.



Parcelle de blé Ludwig, sur la ferme B, le 19 juin 2024, stade fin floraison du blé.

Les résultats d'analyses de sol sont corrects sur la ferme B à excellents sur la ferme A

	Ferme A	Ferme B
Date de prélèvement	10/01/2023	16/01/2023
Poids de terre fine estimé/ha	2000	2500
pH eau	6,7	6,5
Taux de matière organique	8,60%	4,80%
Rapport C/N	11,2	10,7
CEC Metson au pH du sol	208	148
Saturation de la CEC	81%	62%
Teneur en P Olsen en mg/kg	100	34
Quantité de P disponible kg/ha	200	85
Teneur en Potassium en mg/kg	370	190
Quantité de K en kg/ ha	740	475
Teneur en Magnésium en mg/kg	310	160
Quantité de Mg en kg/ha	620	400
Rapport K/Mg	1,2	1,2
Teneur en Soufre en mg/kg	24	15

3. Les éléments minéraux et organiques du sol

La CEC plus élevée sur la ferme A compense partiellement le sol superficiel de 24 cm. C'est l'inverse sur la ferme B avec une CEC plus petite mais un sol trois fois plus profond. Les deux CEC sont correctement remplies avec des saturations de 62 et 81 %, induisant des $pH_{eau} > 6,5$.

Tous les éléments minéraux ont été relâchés après 48 h de garde à vue, sauf l'azote !

- **Le taux de matière organique et le rapport C/N** : Le taux de matière organique de 8,6 % est très élevé sur la ferme A, surtout dans le cadre d'une rotation courte. Les rapports C/N de 10,7 et 11,2 sont proches et traduisent une bonne activité biologique.
- **L'azote est très déficitaire au stade début redressement** :
 - Les indices de nutrition azotée réalisés début montaison sont très déficitaires avec un IN de 41 pour la ferme A et un IN de 46 pour la ferme B ;
 - L'absence d'azote disponible début redressement entraîne une forte réduction de talles (-55 % pour la ferme A et -67 % pour la ferme B) ;
 - La plus forte réduction de talles observée sur la ferme B a été accentuée par le **passage tardif de la herse étrille** + rouleau lourd Cambridge le 04 avril 2024.

Stade mi-tallage		
	Ferme A	Ferme B
Date de comptage	11/01/2024	15/01/2024
Note de salissement (1 propre à 5 très sale)	3	1,5
Nb de pieds/m ²	304	320
Coefficient de tallage	2,4	2,8
Nb de talles/m ²	730	896
Stade redressement 2 nœuds		
Date de comptage	23/04/2024	23/04/2024
Note de salissement (1 propre à 5 très sale)	3,5	2,5
Hauteur du blé	30 cm	25 cm
Nb moyen de tiges /m ²	330	295
Coefficient de réduction de talles	-55%	-67%
Principales adventices au 23 avril 2024	Vesce commune Véronique des champs Véronique feuille de lierre Coquelicot Céraiste aggloméré Mouron des oiseaux	Capselle bourse à pasteur Céraiste aggloméré Véronique agreste Vesce des haies Bleuet

- **Le phosphore a trois alibis** :
 - Il est très présent dans la matière organique des sols et la méthode Olsen (bicarbonate de sodium à pH 8,5) sous-évalue la disponibilité réelle de cet élément, notamment dans les sols riches en MO ;
 - Pour le vérifier, la Chambre d'agriculture du Cantal a suivi 48 prairies dans les Monts du Cantal en 2017 et 2018. Les dosages du Phosphore Olsen dans le sol étaient en moyenne de 44 mg/kg, donc insuffisants, alors que les indices de nutrition phosphatée dans la plante étaient en moyenne de 117, donc excédentaires ;
 - Les indices de nutrition réalisés début montaison sur les deux parcelles d'observation, confirment l'alibi du phosphore (**IP > 120 pour les deux parcelles**).

- **Le potassium et le magnésium sont hors de cause** : les deux éleveurs apportent régulièrement des composts de fumier de bovin sur leurs parcelles et ont des niveaux corrects au vu des analyses de sol.

Le rapport K/Mg est de 1,2 indiquant qu'il n'existe pas d'interactions négatives entre ces deux éléments.

Les indices de nutrition réalisés début montaison, confirment l'alibi du potassium (**IK > 100 pour les deux parcelles**).

- **Le soufre a trois alibis** :
 - Il est suffisamment présent dans les systèmes d'élevage avec les restitutions au pâturage et les engrais de ferme, soit 20 unités de So_3 /UGB (*Source : Fertiliser avec les engrais de ferme, Arvalis-Idele, janvier 2001*) ;
 - **Les teneurs des analyses de sol de 15 et 24 mg/kg de terre** confirment des niveaux corrects. Les apports d'engrais soufrés ne se justifient que lorsque les teneurs en soufre du sol en sortie d'hiver sont inférieures à 10 mg/kg. (*Source : essais ARVALIS-Institut du végétal 2000-2002. Perspectives Agricoles, n°289, avril 2003*) ;
 - Le soufre est peu limitant dans le rendement des céréales. Sur 61 essais réalisés par Arvalis en 2006 et 2007, le gain de rendement moyen d'un apport de 30 à 60 kg de SO_3 /ha, était de + 1,9 qx/ha en 2006 et + 0,2 ql/ha en 2007. (*Source : Perspectives Agricoles, n°353, février 2009*).

Le **manque d'azote** au stade redressement se traduit par une **forte réduction de talles** sur les deux parcelles et par des **épis incomplets** (plus marqués sur la ferme B).



Épis Ludwig bien alimentés en azote



Épis avec des épillets absents ou stériles aux deux extrémités

4. Les résultats à la moisson



Blé Capo, le 16 juillet 2024 sur la ferme A, après un passage de grêle. Peu d'épis impactés dans les zones de comptage.

MOISSON		
	Ferme A	Ferme B
Date	16/07/2024	16/07/2024
Nb d'épis/m ² (6 relevés)	192	198
% d'épiochons et épis mal remplis	8%	24%
Nb d'épis complets	177	150
Nb d'épillets /épi complet (20 comptages)	16	18
Nb de grains/épi	30	34
Poids aux 1000 grains en g	40	42
Rendement biologique en qx/ha	21,2	21,5
Principales adventices au 16/07/ 2024	Vesce commune ++	RGI ++ et avoine à chapelets Vesce des haies ++ Bleuet Rumex

Remarque : Le blé Capo de la ferme A a vraisemblablement récupéré de l'azote issu de la minéralisation de la matière organique au stade redressement, car la proportion d'épiochons et d'épis incomplets est beaucoup plus faible que sur la ferme B (blé Ludwig en 3^{ème} paille et concurrence du ray-grass).

Pour cette moisson 2024, les rendements sont très proches sur les deux fermes, mais très en dessous d'une année climatique « normale ».

5. Verdict

A l'issue de la garde à vue, le juge d'instruction inculpe **le manque d'azote au stade redressement, avec trois complices** :

- **Une rotation trop rapide** sur la ferme A, d'où un salissement important en dicotylédones dès la première année de céréales ;
- **Des semis trop précoces et trop denses** sur les deux parcelles, qui induisent un épuisement du sol en azote pour fabriquer des talles. **L'hiver doux et pluvieux** de 2023/2024 a accentué ce phénomène ;
- **Le compost de fumier riche en plaquettes** de la ferme A, fait partie des suspects pour consommer de l'azote au printemps, afin de nourrir les bactéries cellulolitiques, au détriment du blé.

Propositions agronomiques et travaux d'intérêt général

- **Pour les deux fermes : semer plus tard et moins dense.** 200 kg/ha de semences de ferme, c'est 480 grains/m². **Nous préconisons soit de baisser la dose à 400 grains/m²** (160 kg/ha pour des semis de mi-octobre), **soit de semer mi-novembre à 450 grains/m²** (180 kg/ha) ;
- **Rallonger la rotation sur la ferme A pour faire durer les prairies deux ans de plus :**
 - **Introduire une 3^{ème} année culturale de printemps** à semer fin février pour éviter les levées de mouron et de véroniques, avec **semis sous couvert de la prairie en fin d'hiver**. Proposition de méteil de printemps pour une récolte probable en plante entière enrubannée : orge/avoine/pois protéagineux + prairie longue durée (10 kg/ha de luzerne + 5 kg de dactyle + 8 kg de fétuque élevée + 8 kg/ha de RGA),
 - **Introduire du seigle en 2^{ème} paille, soit en pur soit en méteil avec du pois fourrager.** Le seigle est une plante à fort tallage, avec un port de feuilles étalé et moins gourmande en azote... ;
- **Capter l'azote atmosphérique : Semis systématique en interculture de 3 trèfles** en direct sur le chaume avec comme objectifs de capter de l'azote, de produire un peu de biomasse en automne et d'être présent sous forme de stolons ou de graines pour la future prairie :
 - 5 kg/ha de trèfle d'Alexandrie, plante tropicale gélique mais qui peut pousser en été avec un orage,
 - 5 kg/ha de trèfle incarnat, avec une pousse de fin d'été et de début d'automne spectaculaire,
 - 2 kg /ha de trèfle blanc intermédiaire ;
- **Ne plus épandre de fumier riche en plaquettes pendant les deux années de céréales d'hiver, mais le concentrer sur les prairies.** En effet, ce fumier favorise le développement des adventices et un tallage excessif en hiver doux. En revanche, lorsqu'il faut assurer la montaison et la densité d'épi, le fumier riche en carbone ligneux va consommer de l'azote et concurrencer le blé. L'azote relargué par le retournement de la prairie et la minéralisation de l'azote organique du sol doivent suffire pour les deux années culturales.

6. Lexique

Chargement corrigé : Chargement de la surface fourragère principale corrigé des UGB nourries sur les achats de fourrages, sur les parcours et les variations de stocks fourragers.

pH_{eau} : Le pH_{eau}, mesuré dans une suspension sol-eau, est un indicateur essentiel pour évaluer la disponibilité des nutriments, avec une plage optimale généralement située entre 6,5 et 7,5.

Faim d'azote : Désigne l'immobilisation de l'azote du sol par la décomposition de matière organique riche en carbone, entraînant ainsi un déficit en azote pour les plantes.

CEC : Mesure la capacité du sol à retenir et à échanger des cations essentiels (comme le calcium, le magnésium et le potassium), influençant ainsi sa fertilité et la disponibilité des nutriments pour les plantes.

Rapport C/N : Le rapport C/N (rapport carbone/azote) est un indicateur clé qui mesure la proportion de carbone par rapport à l'azote dans la matière organique du sol, influençant ainsi la décomposition de cette matière par les micro-organismes et la disponibilité de l'azote pour les plantes.

Résumé :

Comment, à travers l'étude des pratiques d'agriculteurs, expliquer l'évolution des rendements sur des parcelles conduites en agriculture biologique ?

Dans le Cantal, des baisses de rendements ont été observées en blés sur des parcelles conduites de longue date en agriculture biologique. Pour comprendre les raisons de ces baisses, Vincent Vigier, conseiller à la Chambre d'agriculture du Cantal, a mené l'enquête. Il a suivi deux parcelles de blés, sur deux fermes bio, sur la campagne 2023/2024, afin de comprendre les écarts de rendements qui se creusent sur ces deux exploitations de polyculture-élevage.

Rédaction : Vincent VIGIER (Chambre d'agriculture du Cantal)

Mise en forme et relecture : Abdel Mouzzil AMINOU et Aurélie BELLEIL (Pôle Bio Massif Central)

Date de publication : 2025

LE PROJET BIOREFERENCES 22-28

Le projet BioRéférences est une initiative visant à collecter, analyser et valoriser les données technico-économiques des exploitations agricoles en agriculture biologique. Ce projet met l'accent sur l'utilisation de données fiables pour fournir des outils d'aide à la décision adaptés aux différents publics, notamment les enseignants, les agriculteurs et les conseillers. Dans ce cadre, le présent outil pédagogique a été développé pour faciliter la compréhension des enjeux liés à trois nutriments essentiels : le phosphore, l'azote et le soufre. Ces éléments sont fondamentaux pour la culture du blé, une céréale clé dans l'alimentation humaine et animale. L'analyse comparative de deux exploitations agricoles permet d'illustrer concrètement les impacts des carences en ces nutriments et de proposer des solutions adaptées.

Maîtrise d'ouvrage et coordination : Pôle Bio Massif Central

VetAgro Sup, campus agronomique de Clermont / 89 avenue de l'Europe – CS 82212 / 63 370 LEMPDES

@ : <https://pole-bio-massif-central.org> & <https://pole-bio-massif-central.org/bioreferences/>

Contact : Aurélie BELLEIL / Mail : valorisation@pole-bio-massif-central.org / Tél. : 04 73 98 69 56



Le projet BioRéférences 22-28 est financé dans le cadre de la Convention de Massif/Massif Central par l'Etat (FNADT).



L'étude réalisée ici a aussi bénéficié du soutien de :

