

# BROADBALK UNE EXPÉRIMENTATION BRITANNIQUE DE 180 ANS SUR LA FERTILISATION ET L'ÉVOLUTION DE LA FERTILITÉ DES SOLS

Dans le centre de recherche agronomique de Rothamsted au nord de Londres (le Boigneville Français), il existe une expérimentation sur la fertilisation des céréales qui a été mise en place en 1843 et qui est encore suivie aujourd'hui. À l'époque de Justus Liebig (la loi du minimum), où l'on découvrait le pouvoir des engrais minéraux comme l'azote, avant-gardistes, ces agronomes ont souhaité les comparer à des apports de fumier, la seule pratique de fertilisation alors reconnue. Au fil des années et de l'acquisition de connaissances, les modalités de fertilisation ont évolué avec l'introduction d'une certaine mixité pour affiner les connaissances tout en gardant l'esprit de départ. Ainsi, une bande n'a reçu aucun apport depuis 180 ans et la bande voisine n'a été fertilisée qu'avec du fumier pendant toute cette période et pratiquement sans interruption. Enfin, et au cours du temps, la génétique a évolué avec l'utilisation de « meilleures variétés » ; le chaulage a été systématisé comme le désherbage chimique puis les fongicides. Analyse de ce monument de la recherche agronomique britannique sur la fertilisation des cultures.

Mise en place par Lawes et Gilbert, deux agronomes de l'époque à l'automne 1843, avec une première mesure de récolte à l'été 1844, Broadbalk est l'une des plus anciennes expériences agronomiques continues au monde. Le blé est

cultivé chaque année sur tout ou partie de l'expérimentation. Établies pour tester les effets de diverses combinaisons d'engrais inorganiques (N, P, K, Na et Mg) et de fumiers organiques sur le rendement du blé d'hiver, bon nombre des modalités se pour-

suivent encore aujourd'hui. Ainsi, une parcelle assez longue a été divisée en différentes bandes ou « parcelles » (2 - 20) recevant les différents traitements d'engrais et de fumier chaque année. La plupart des bandes ont été établies en 1852 avec quelques recalibrages et subdivisions pour des raisons expérimentales. Ce dispositif ne comporte pas de répétition ; cependant, la taille des bandes et les différenciations qui s'affirment nettement dans le temps se passent allégrement de traitements statistiques. Retour sur 180 ans d'expérimentation !

d'inconnues. Ainsi, ils ont testé dans un premier temps une approche « tout à l'automne » comme un engrais de fond. Elle a été revue au bout de quelques années et transformée en une légère application à l'automne et le reste au printemps. Puis, avec l'évolution des connaissances, le mode d'application centrale est passé tout au printemps avec fractionnement.

En fonction des parcelles (subdivision de l'expérimentation), les doses totales apportées allaient de 48 kg/ha/an à 192 kg/ha/an avec plusieurs gradients à la mise en place. Entre 1926 et 1967, les modalités se sont resserrées, allant toujours de 48 kg/ha/an à seulement 144 kg/ha/an avec 24 kg de N appliqué à l'automne et le solde au printemps. Depuis 1968 et la croissance des rendements, qui peuvent assez facilement atteindre 10 t/ha et même les dépasser, dans cette zone très céréalière de l'Angleterre, les

## Évolution des modalités azote

Au cours du temps et en fonction des parcelles, il y a eu des variations des niveaux des apports d'azote mais aussi des modes d'application. Il faut bien intégrer que les agronomes de l'époque étaient face à de fortes innovations et beaucoup



PHOTOS: FREDERIC THOMAS

Dans le dispositif expérimental, la parcelle qui a reçu du fumier depuis 180 ans côtoie la bande qui n'a reçu aucune fertilisation sur la même période. À l'automne après le semis, même l'état du sol confirme qu'un sol qui ne reçoit pas d'organique et en plus produit très peu, perd progressivement en fonctionnalité. Cela est nettement confirmé par l'état des cultures au mois de juillet suivant. Ce n'est pas tant la chaleur et la sécheresse de 2022 qui limite le potentiel de rendement mais la qualité du sol et la fertilité disponible.

**ALCIONE N°1** des ventilations par aspiration  
Colonnes de ventilation spéciales grains

**L'essentiel est de conserver la qualité de votre récolte.**

**AGRILEAD** .com

Édrolles 02210 Billy sur Ourcq | contact@agrilead.com  
Tél. : 03 23 711 895 Fax : 03 23 711 998

## ■ étranger

doses d'azote ont été modifiées et revues à la hausse pour aller chercher le potentiel maximum. Elles s'échelonnent depuis lors de 48, 96, 144, 192, 240 et même 288 kg de N/ha/an sous la forme d'ammonitrate appliqué en une fois à la mi-avril (équivalent mi-mars pour une partie de nos régions).

Pour ce qui est du fumier, il s'agit de fumier de bovin appliqué à hauteur de 35 t/ha/an, soit un apport total de 225 kg de N/ha/an d'azote organique mais aussi de carbone. Si certaines bandes ou subdivisions ont reçu du fumier à un moment pour tester et mesurer l'association fertilisation minérale et fertilisation organique, une bande (fumier) n'a été fertilisée qu'avec du fumier chaque automne depuis la mise en place de l'expérimentation en 1943 juste à côté de la bande (rien) qui n'a reçu ni fertilisation organique ni fertilisation minérale sur l'ensemble de la période.



Autres vues des bandes un automne plus favorable entre la partie « Fumier » à gauche et « Rien » à droite. Même si une plantule de céréale n'a pas besoin de beaucoup de fertilité, l'état du sol influence énormément le démarrage. Déjà à ce stade très précoce, le potentiel de rendement est sérieusement entamé dans la bande de droite!

### Et les autres engrais minéraux

À ce stade, il est important de se remettre dans le contexte de l'époque. Les agronomes découvriraient la puissance de la fertilisation minérale qui n'était pas encore vraiment arrivée dans les fermes, même les plus avancées. Le phosphore a été apporté sous la forme de super-phosphate pour 35 kg de P annuellement à l'automne. Cependant, les applications ont été stoppées sur la grande majorité des parcelles en

2000 étant donné le niveau important des teneurs dans les sols. La potasse, quant à elle, a été apportée à 90 kg/ha/an sous la forme de sulfate de potasse avec une tentative de 180 kg de  $K_2O$ /ha/an entre 2001 et 2005. Une subdivision de bande est conduite également avec maintenant du chlorure de potassium depuis 2001. La fertilisation minérale était complétée par 16 kg/ha/an de sodium sous la forme de sulfate de sodium. Cet apport de sel a

été aussi arrêté en 1973 et 2000 pour la dernière parcelle. 12 kg/ha/an de magnésium encore sous la forme de sulfate de Mg étaient appliqués pour les modalités minérales. Des variantes ont été mises en place à partir de 1968 (24 et 30 kg de Mg/ha/an). Elles ont été abandonnées depuis. Seuls 12 kg de Mg/ha/an subsistent encore aujourd'hui. Enfin, et pendant les 180 années d'expérimentation, les générations de chercheurs qui se sont

# TCS

Techniques Culturales Simplifiées

LA REVUE SPÉCIALISTE DES AGRO-ÉCOLOGIES INNOVANTES



65€

TCS vous raconte  
comment  
les vers de terre  
concentrent  
la fertilité des sols



Abonnez-vous !



www.agriculture-de-conservation.com

### BULLETIN D'ABONNEMENT

À adresser à Média et Agriculture - Service Abonnement - BP 90146 - 57004 METZ Cedex 1  
Tél. : 03 87 69 89 75 - abonnements@groupe-atc.com

- OUI**, je m'abonne pour 1 an à **TCS** (5 n<sup>os</sup>)  
au tarif de **65€** au lieu de ~~70€\*~~
- OUI**, je m'abonne pour 1 an à **TCS** (5 n<sup>os</sup>)  
**+ Cultivar** (6 n<sup>os</sup> + accès web)  
au tarif de **105€** au lieu de ~~148€\*~~

- Je règle par chèque à l'ordre de Média et Agriculture.  
 Je souhaite recevoir une facture. (envoyée par e-mail uniquement)

Société : .....

Activité : .....

M.  Mme Nom : .....

Prénom : .....

Adresse : .....

Code postal : .....

Ville : .....

Téléphone : .....

E-mail : .....

@ .....

Signature obligatoire :



Attention aucun abonnement ne sera enregistré sans l'accompagnement de votre règlement.

### Pour mieux vous connaître :

1 Date de naissance : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

2 Productions : .....

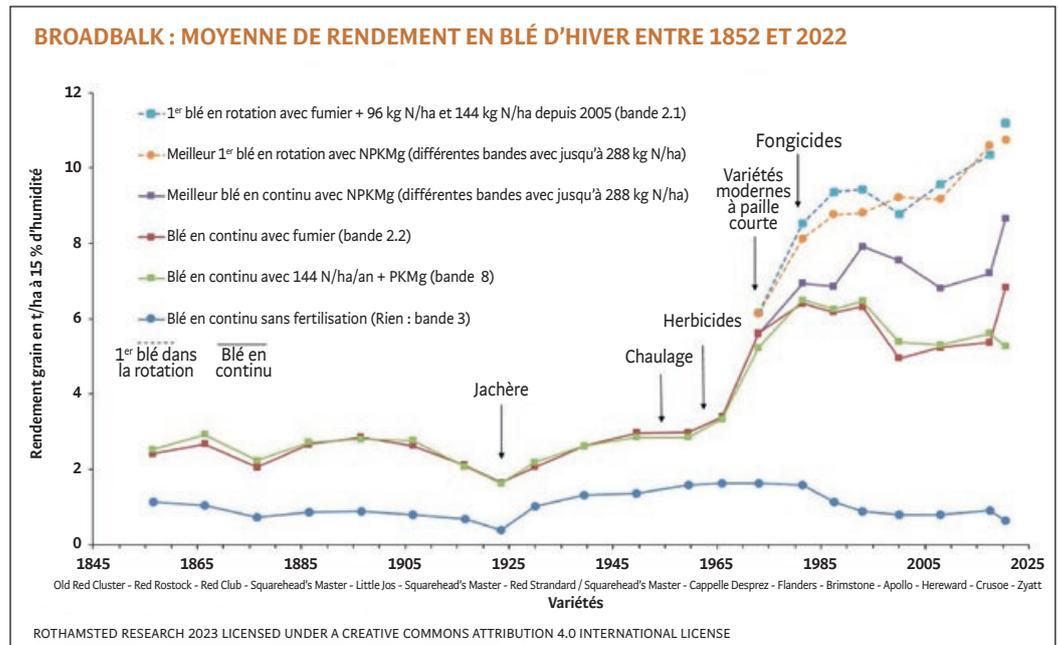
3 SAU : .....

\* Valeur au numéro (TVA 2,1 %). Vous pouvez acquérir chaque numéro de TCS au tarif de 14 €, chaque numéro de Cultivar au tarif de 13 € frais de port en sus. Tarifs valables en France métropolitaine, Belgique, Luxembourg, Suisse. Pour l'étranger, nous consulter au +33 (0)3 87 69 89 75. Offre valable jusqu'au 31/12/2024. Les informations recueillies par la société Média et Agriculture ont pour finalité la gestion de votre abonnement et peuvent être utilisées à des fins de marketing direct. Conformément à loi « informatique et libertés » du 06/01/1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification des informations vous concernant et vous pouvez vous opposer à leur cession en écrivant à l'adresse d'envoi du bulletin. Si vous souhaitez recevoir des propositions de nos partenaires, cochez cette case ☐.

relayées ont eu accès à différents produits et engrais et se sont permis quelques écarts en fonction des opportunités et des modes. Ainsi et dans les quelques fertilisants introduits, on peut citer une parcelle qui a été fertilisée de 1852 à 1926 avec du tourteau de colza pour un apport d'azote de 92 kg/ha/an. C'était certainement un moyen habile de recycler un sous-produit de cette culture qui se déployait alors dans le pays pour fournir de l'huile. C'était avant que les vaches et les cochons n'entrent en jeu!

### De nombreux résultats qui nous ramènent aux fondamentaux

Comme il est toujours intéressant de refaire un peu d'histoire, l'expérimentation a été mise en place avec de longues bandes de la longueur du champ qui étaient désherbées à la main. Cela est finalement devenu peu pratique et l'expérience a donc été divisée en cinq sections perpendiculaires à la longueur dans les années 1920. Le manque de main-d'œuvre pendant et après la guerre a certainement facilité ce changement. Ainsi, une mise en jachère régulière a été introduite pour mieux contrôler les mauvaises herbes. L'introduction d'herbicides sur l'ensemble du site en 1964 (à l'exception d'une bande perpendiculaire) a éliminé la nécessité de cette jachère. En 1968, des changements majeurs se sont produits avec l'introduction de variétés à pailles courtes dotées d'un plus grand potentiel de rendement et la division supplémentaire des bandes dans le sens de la longueur pour positionner des rotations sur certaines sections de l'expérimentation. Cette stratégie a permis d'introduire la comparaison des rendements du blé cultivé en continu ou en tant que premier blé après une pause de deux ans. Pour aller plus loin et le dispositif le permettant, une nouvelle rotation de cinq ans a été introduite à partir de 2018 avec deux premiers blés, l'un après une légumineuse, l'autre



après une non-légumineuse (blé → blé → avoine → blé → féverole). Depuis 1979, des fongicides d'été sont utilisés afin d'exploiter les plus grands potentiels de rendements céréaliers des cultivars modernes. À partir de 1985, deux autres niveaux de N plus élevés ont été testés (240 et 288 kg de N/ha/an). Logiquement, les meilleurs rendements proviennent généralement de la première culture de blé en rotation et souvent de la combinaison fumier + 96 kg N/ha/an (144 kg N/ha/an depuis 2005, parcelle 2.1) plutôt que d'engrais inorganique seul. Ce résultat atteste de l'intérêt de l'orientation organique pour assurer des flux de fertilité et d'azote. Il confirme aussi le cruel manque de minéralisation précoce qui pénalise le potentiel des céréales d'hiver à la reprise de végétation. Seule la fertilisation minérale est capable de compenser. Pour le blé en continu, les meilleures parcelles NPK produisent plus que le fumier seul (parcelle 2.2) ou le PKMg + 144 kg N/ha (parcelle 8). Les plus grands rendements annuels de blé jamais enregistrés sur Broadbalk ont été de 13,8 t/ha en 2014 (variété Crusoe; parcelle 17). Le rendement le plus élevé de l'année de sécheresse de 2022 a été de 12,22 t/ha (variété Zyatt; un 2<sup>e</sup> blé sur la parcelle

2,1 fumier et azote minéral), le dixième rendement le plus élevé jamais enregistré sur site. Encore une belle preuve de l'intérêt de l'organique dans la gestion de l'eau, dans cette zone qui doit atteindre les 5 % de MO, et de la fertilité distribuée en flux pour passer des périodes compliquées. Notez que les meilleurs rendements ne sont pas toujours obtenus avec le niveau de fertilisation N le plus élevé (voir l'ensemble des données en libre accès sur <https://www.era.rothamsted.ac.uk/Broadbalk>). Les rendements de blé continu sans engrais ou fumier (parcelles de Rien 3) sont restés à environ 1 t/ha en général. Il s'agit certainement des rendements du Moyen-Âge dans cette région très propice à la production céréalière de l'Angleterre. Des niveaux sans fertilisation qui étaient encore plus bas dans nombre de nos régions où les conditions pédoclimatiques sont beaucoup moins favorables. On remarque également que ni la génétique, ni le chaulage, ni l'emploi de fongicides n'ont rien changé

**Il faut garder à l'esprit que le carbone organique, l'azote mais aussi l'ensemble du reste de la fertilité qui est apporté par le fumier n'est pas créé; il provient d'autres parcelles où la végétation a pompé cette fertilité! Même si des transferts sont possibles, mieux vaut les produire sur place, au moins pour l'azote et le carbone avec des cultures performantes, mais aussi et surtout avec des couverts imposants comme nous sommes capables de le faire en ACS.**

dans l'évolution du rendement de cette parcelle: la fertilité disponible, et en premier l'azote, est le premier facteur limitant. Cependant, et en regardant de plus près cette courbe, les rendements ont chuté à la fin des années 1910 et au début des années 1920 en raison de l'infestation des mauvaises herbes résultant (au moins en partie) d'une main-d'œuvre réduite pendant et après la Première Guerre mondiale. Ils redescendent encore depuis les années 1980, peut-être en raison

**GUTTLER** Votre Spécialiste en **Rouleaux émetteurs**

Depuis plus de 40 ans!  
 "plutôt que de lutter contre, travaillons avec la nature!"

Infos au 03.90.20.82.03  
 www.guttler.fr

## ■ étranger

de la baisse des apports de N atmosphérique et peut-être de S également.

Les rendements des parcelles de blé continu avec PKMg + 144 kg N/ha/an ont également diminué au cours des dernières années, tandis que les rendements du blé continu avec seulement des apports de fumier ont augmenté. Comme les points sont des moyennes de trois ans pondérés, il est possible d'y voir un impact du climat avec la sécheresse de 2022. Une preuve supplémentaire qu'une approche organique est la meilleure assurance et même plus, car elle permet de profiter, au moins en Angleterre, du surcroît d'énergie solaire et de le transformer en rendement.

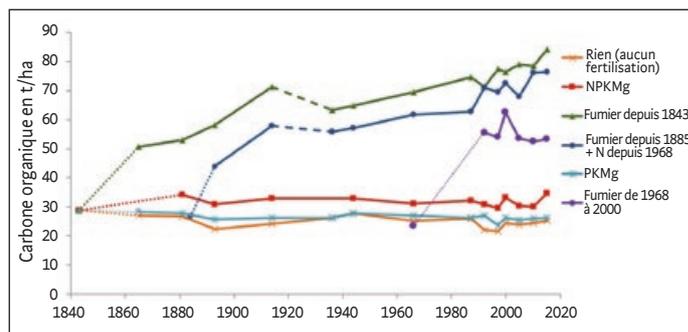
### Évolution du stock de carbone organique

Vu l'ancienneté de cette expérimentation et son suivi précis par des générations de chercheurs britanniques, les bandes offrent des différenciations intéressantes

sur la durée qui autorisent des analyses de différentes données autour de la fertilité des sols mais aussi de la qualité des récoltes. Le suivi du carbone organique est l'une de ses multiples composantes.

Comme le montre le graphique ci-contre, il n'était que de 30 t de C/ha sur 23 cm (la profondeur de labour de l'époque) soit un taux de MO d'environ 2 % en 1843 (calcul approché pour une épaisseur de 30 cm de sol). Alors que l'on pourrait avoir tendance à penser que les sols étaient anciennement bien pourvus, et que c'est l'agriculture « moderne » avec les engrais et la mécanisation qui les a saccagés, ce n'est pas le cas ici comme en France à la sortie de la Révolution. À cette époque, les sols étaient plutôt « dégradés » et ce n'est que l'introduction des légumineuses pérennes (luzerne, trèfles et sainfoin), souvent associés à du chaulage et du drainage en fonction des régions, qui a per-

### BROADBALK : ÉVOLUTION DU NIVEAU DU CARBONE ORGANIQUE EN T/HA SUR 23 CM D'ÉPAISSEUR DEPUIS 1843



mis d'intensifier l'élevage et de récupérer du fumier en retour pour les champs et les cultures. Ensuite, avec la révolution industrielle, la facilité des transports a donné accès à des engrais minéraux et puis l'énergie à de l'azote de synthèse. C'est en fait cette combinaison de facteurs qui a permis une croissance des niveaux organiques jusqu'à la sortie de la Seconde Guerre mondiale où la spécialisation des exploitations agricoles a changé la donne. Ainsi, et logiquement, c'est la parcelle qui reçoit du fumier à hauteur de 30 t depuis 1843 qui est la plus chargée en matières organiques avec 80 t de carbone/ha, soit un taux voisin estimé de 5 %. Cette évolution d'environ 50 t/ha de C représente tout de même une moyenne de 300 kg C/ha/an séquestré. Chose remarquable est que ce stockage continue de croître depuis 1940 comme s'il suivait l'augmentation des rendements du blé et

donc la croissance du retour du niveau de résidus.

Une autre modalité intéressante est celle de l'apport de fumier entre 1868 et 2000 : une génération de chercheurs mais aussi d'agriculteurs. La croissance est assez rapide sur la période avec une pente qui s'inverse progressivement. La courbe bleue, où les apports de fumier n'ont débuté qu'en 1885, est à peu près semblable pour la modalité « Fumier », malgré 40 ans de décalage avec le démarrage de ce dispositif expérimental. Si, au cours des années, la différence avec la modalité « Fumier » s'est estompée, une différence assez significative d'environ 10 t de C/ha continue de persister. Cette observation montre l'inertie des systèmes de culture au niveau organique : mieux vaut partir tôt dans la bonne direction, car l'ascension est longue. Elle est également rassurante par rapport à toutes les réflexions sur la séquestration du



La même chose s'observe avec la féverole d'hiver qui a été introduite en perpendiculaire dans le dispositif afin de tester l'ouverture d'une rotation. Malgré des niveaux de PMG très élevés, permettant de soutenir la jeune plantule dans son installation, on retrouve une énorme différence dans la dynamique de levée entre la parcelle fertilisée avec du fumier et celle qui n'a rien reçu. Comme nous pouvons le prétendre, cette observation montre bien qu'au-delà des besoins, qui sont logiquement très réduits d'autant plus qu'il s'agit ici d'une légumineuse à très grosses graines, les cultures ont une « exigence » de fertilité au démarrage que nous devons considérer avec attention.

**ICOSYSTEME**  
accompagne votre transition

# Arrêtez la formation ! Passez à l'AgroCursus



[www.icosysteme.com](http://www.icosysteme.com)

## Hoosfield : le même design mais avec de l'orge de printemps

Sur le même site de Rothamsted, les agronomes de l'époque ont mis en place en 1852 une seconde expérimentation conçue de la même manière que Broadbalk mais avec de l'orge de printemps. Elle offre un contraste intéressant car, avec ce type de culture, il a été possible de maintenir une monoculture annuelle sur la durée sauf pendant quatre années où il a été nécessaire de laisser en jachère à cause du salissement.

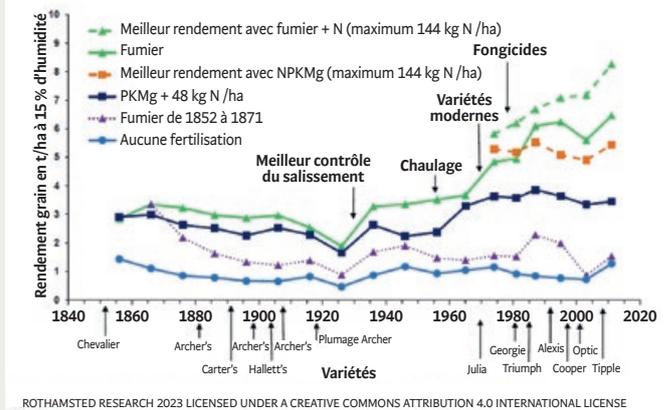
Comme pour le blé, les rendements de l'orge de printemps sans engrais ou fumier sont restés à environ 1 t/ha tout au long de l'expérimentation avec, cependant, les mêmes légères variations dans le temps. Ni la génétique ni les améliorations de conduites culturales n'ont permis de dé plafonner ce rendement très faible, limité simplement par la fertilité disponible et, entre autres, l'azote.

Entre 1852 et 1970, les rendements les plus élevés provenaient de la parcelle recevant 35 t de fumier/ha chaque année. Maintenant, les rendements les plus élevés proviennent de la parcelle « Fumier » qui reçoit, en plus, un maximum de 144 kg de N/ha/an. Avec plus de 8 t/ha contre à peine 6 t/ha, ils dépassent allègrement les rendements de la modalité qui ne reçoit juste que des engrais avec une rallonge d'azote : 48 = 144 kg de N/ha soit 192 kg de N/ha/an. Un apport de seulement 48 kg de N/ha/an n'était plus suffisant pour accompagner les gains de rendement apportés par la génétique et les améliorations de gestion des cultures. Il faut noter que les plus hauts rendements n'ont pas toujours été obtenus par les fertilisations azotées les plus élevées ; les courbes représentent ici des moyennes sur trois années glissantes.

Enfin, cet écart de rendement montre à nouveau l'importance de la matière organique du sol et d'une bonne structure du sol pour les cultures de printemps, ce qui facilite l'enracinement et l'accès à l'eau et aux nutriments. Cette différence atteste également que les cultures de printemps sont plus sensibles à la qualité du sol mais profitent mieux d'une bonne autofertilité. Enfin, cette différence de rendement corrobore ce que nous constatons assez souvent entre régions historiquement céréalières qui tendent à plafonner et les secteurs avec encore de l'élevage et de l'organique qui atteignent plus facilement des rendements supérieurs.

En complément, il n'y a plus vraiment d'avantage de rendement aujourd'hui pour l'orge de printemps sur la parcelle qui a reçu du fumier il y a 150 ans et pendant seulement 20 ans, de 1852 à 1871. Cependant, cette courbe montre qu'il a fallu une vingtaine d'an-

### HOOSFIELD : MOYENNE DE RENDEMENT EN ORGE DE PRINTEMPS DE 1852 À 2015



nées pour redescendre ; comme quoi il est possible de vivre assez longtemps sur la vieille graisse, mais toute bonne chose a une fin ! Néanmoins, un léger écart a continué de persister pendant très longtemps. Est-ce les arrières-effets de la matière organique et/ou les oligo-éléments apportés ? Preuve, encore une fois, que les sols ont beaucoup de mémoire.

De 1968 à 1978, trois rotations avec des pommes de terre, des féveroles et de l'orge ont été introduites sur certaines parties, pour comparer les rendements de l'orge de printemps cultivée en continu ou après une pause de deux ans. Les meilleurs rendements en rotation n'étaient que de 0,3 t/ha/an de plus que pour l'orge en continu. Les rotations ont donc été interrompues en 1979. Ce résultat contraste avec l'expérience Broadbalk, où les rendements du blé d'hiver après une pause de deux ans peuvent être de 2 t/ha plus élevés que les rendements de blé en continu. Une partie de l'explication est que la culture printanière permet une lutte plus efficace contre les mauvaises herbes que la culture hivernale avec également une rupture plus importante pour le risque maladie et ravageur.

Cette expérimentation a été conduite en labour d'hiver et n'a jamais connu le moindre couvert végétal. Il est logique de se demander quel pourrait être l'impact d'une conduite ACS avec des couverts dynamiques mais également pourvoyeurs d'azote ?

**Cette expérimentation a été exclusivement conduite en labour : le semis direct n'existait pas encore ! Cependant et depuis peu, des stratégies ACS avec simplification du travail du sol mais aussi couverts végétaux devraient être introduites. Les temps changent et même les Britanniques s'adaptent ! Si c'est un prolongement souhaitable, espérons qu'il ne faudra pas attendre 150 ans pour en tirer des informations intéressantes et décider de systématiser ces pratiques culturales.**

sions sans aucune fertilité et sans azote avec un taux de MO qui chute aux environ de 1,6 % : un niveau qui n'est pas si éloigné des sols céréaliers classiques.

Il est très compliqué d'analyser 180 années de données très diverses et nous nous sommes volontairement concentrés sur les principales et celles qui sont les plus pertinentes pour la compréhension que peuvent engendrer des choix de gestion de la ferti-

sation sur l'évolution à moyen et long terme de l'auto-fertilité des sols. Nous aurons certainement l'occasion de revenir sur cette pépite de l'expérimentation agronomique anglaise, d'autant plus qu'elle devrait intégrer certaines composantes de l'ACS. Nous pouvons donc déjà la remercier pour ces informations stratégiques mais également lui souhaiter longue vie.

Frédéric THOMAS

carbone dans les sols agricoles. Nous avons encore beaucoup de marge sur de longues années sans compter sur le carbone potentiellement intégrable, plus profond dans les sols, grâce aux vers de terre. Cette courbe montre également une réponse positive assez nette de l'apport supplémentaire d'azote depuis 1968 qui a permis une belle augmentation du rendement grain. Ainsi, Broadbalk atteste que l'azote minéral, lorsqu'il est bien géré, ne « brûle » pas la matière organique et permet même, en plus des gains de productivité, une croissance organique des sols. Une preuve supplémentaire que l'on ne stockera pas de carbone dans les sols agricoles sans immobiliser de l'azote de manière conséquente : point de vue que nous argumen-

tons depuis longtemps dans la revue TCS.

En complément, ces résultats confirment que nos approches ACS avec des couverts végétaux imposants, avec une bonne proportion de légumineuses, peuvent conduire à la même progression dans le temps que la modalité fumier ici. Il faudra certainement assurer en parallèle l'immobilisation des autres éléments. Ce sont nos petits-enfants agriculteurs qui pourront nous remercier !

Enfin, sans apport organique, c'est le calme plat sur la durée avec un léger bonus pour la partie fertilisée NPKMg. Elle conserve, grâce au retour des pailles, environ 2 % de MO. On assiste même à une certaine dégradation du statut organique dans les ver-