

La bouse de corne sous le microscope

Martin Quantin

Cet article synthétise les principaux travaux scientifiques publiés sur la préparation bouse de corne. Les résultats présentés s'intéressent par conséquent essentiellement aux propriétés physiques et microbiologiques de cette préparation, ainsi qu'à ses effets sur le sol et la physiologie de la plante.

La bouse de corne (500) est l'une des préparations centrales de la biodynamie, certainement la plus utilisée avec la silice de corne (501) et les préparations pour le compost. À ce titre, elle fait l'objet de nombreux travaux de recherche visant à caractériser ses effets et comprendre son mode d'action.

Propriétés moléculaires

Des chercheurs italiens¹ se sont intéressés à la composition moléculaire de la bouse de corne. Leur étude révèle une organisation complexe: des dérivés de la lignine (partie fibreuses des plantes), des polysaccharides (sucres) végétaux et des composants lipidiques (graisses) linéaires et cycliques d'origine végétale et microbienne. **Cette composition est similaire à celle des différents composts et fumiers utilisés en agriculture, mais elle montre un degré d'humification plus faible.**

Que signifie cette propriété importante? Dans un compost mûr classique, les processus d'humification ont conduit à une décomposition des substances instables (comme les glucides) et à une accumulation des composés stables.

Ce processus de stabilisation semble en revanche moins avancé dans la bouse de corne. La matière organique y présente une teneur supérieure en molécules instables et en dérivés aromatiques de la lignine. Cela lui confère potentiellement une activité biologique supérieure.

1. Spaccini et al., « Molecular properties of a fermented manure preparation used as field spray in biodynamic agriculture », *Environmental Science and Pollution Research*, 2012.

Composition microbiologique et activité biologique

En 2013, cette même équipe² a étudié la composition microbiologique de la bouse de corne et recherché l'existence de substances reconnues pour leur activité biostimulante sur les plantes, comme des enzymes³ ou des hormones⁴ dont l'activité est perceptible à très faible dose. Ils ont déterminé que la préparation 500 présente un haut niveau d'activité enzymatique spécifique.

Par ailleurs, les auteurs ont identifié plusieurs molécules qui agissent comme des hormones végétales de type auxine, qui est l'une des cinq hormones principales chez les végétaux. L'auxine intervient notamment dans le développement des différentes parties de la plante, ainsi que dans sa ramification.

Comme pour les substances humiques obtenues à partir de compost jeune ou de lombricompost, la grande quantité de résidus de lignine non dégradés trouvés dans la préparation 500 peut expliquer son activité biostimulante pour les plantes et les microorganismes du sol.

De plus, il n'est pas improbable que sa forte teneur en glucides et en peptides puisse déclencher une

2. Giannattasio et al., « Microbiological features and bioactivity of a fermented manure product (preparation 500) used in biodynamic agriculture », *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 2013.

3. Les enzymes sont des molécules douées d'une activité catalytique, c'est-à-dire capable de favoriser certaines réactions biochimiques dans le sol ou dans les plantes.

4. À la différence des enzymes, les hormones activent certaines fonctions biologiques en se fixant sur des récepteurs spécifiques des cellules vivantes.

Aspect de la bouse de corne à sa sortie de terre au printemps : couleur noire, odeur de sous-bois et texture colloïdale.



prolifération microbienne et, par conséquent, une plus grande activité rhizosphérique⁵.

Estimation de la quantité appliquée dans un sol

Ces mêmes auteurs présentent une approche intéressante sur la question des dilutions. On considère souvent que les préparations biodynamiques ne peuvent pas agir en raison des faibles quantités utilisées. Qu'en est-il vraiment au regard des connaissances scientifiques actuelles? Déterminons d'abord la dilution de la bouse de corne appliquée sur un champ. Le protocole en biodynamie prescrit la pulvérisation d'environ 100 g de bouse de corne dans 25 à 50 l d'eau pour un hectare. Dans quel volume d'eau arrive cette quantité de préparation? Le poids d'un hectare de terre, en considérant une profondeur de 0 à 20 cm comme utile aux racines, est d'environ 2 000 t. L'eau contenue dans le sol représente en moyenne $\frac{1}{4}$ de son poids et est donc de 500 t, soit 500 000 l. Appliquer 100 g de bouse de corne sur un hectare revient à faire une dilution de ces 100 g dans 500 000 l d'eau. On obtient une concentration de 0,0002 g/l. Les auteurs considèrent ensuite que la bouse de corne est avant tout constituée de molécules de faible poids moléculaire, qu'ils estiment à 250 g/mol. Ils obtiennent donc une dilution de l'ordre du micromolaire (10^{-6} M). Une telle concentration est à considérer comme très élevée en termes d'activité biologique. En effet, l'état actuel de la connaissance scientifique montre de nombreuses preuves d'activité, à des niveaux de dilutions extrême-

ment faibles, des composés d'origine microbienne efficaces dans le déclenchement de changements physiologiques chez les plantes. Les auteurs donnent pour exemple que les composés induisant la nodulation des légumineuses commencent leur activité à des concentrations aussi faibles que 0,1 nanomolaire (10^{-10} M), donc à des concentrations 10 000 fois plus faibles. De plus, il existe plusieurs exemples de molécules actives à des concentrations femtomolaires (10^{-15} M).

Ainsi, en supposant que les 100 g de la préparation 500 ne sont évidemment pas constitués d'une substance active pure, même si les principes actifs qu'elle contient sont inférieurs à 1/10 000^e de son poids, ils seront déjà délivrés à une concentration de 10^{-10} M. **Il n'est donc pas surprenant qu'une application des doses prescrites soit tout à fait capable de faire entrer dans le sol des signaux moléculaires qui se situent bien dans les plages connues d'activité biologique.**

Populations bactériennes et fongiques

Une nouvelle étude de ce groupe de chercheurs est sortie en préprint⁶ en août 2020⁷. Ils ont cherché à savoir ce qu'il se passe dans la bouse lorsqu'elle séjourne dans la corne pendant l'hiver. Ils ont observé et analysé les populations bactériennes et fongiques à différents stades de maturation de la 500, depuis la bouse fraîche jusqu'au produit fini (150 jours de matu-

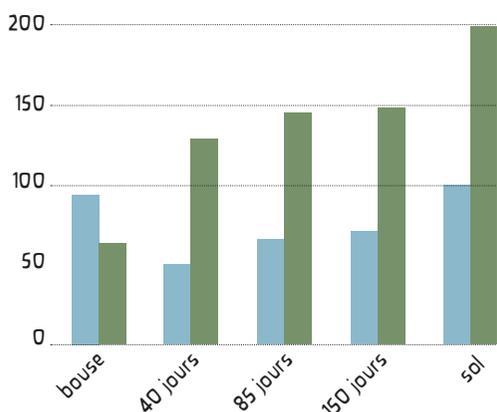
6. Un « préprint » est un manuscrit scientifique qui n'a pas encore été validé par un comité de relecture et n'est donc pas encore publié officiellement dans une revue scientifique.

7. Zanardo et al., « Metabarcoding analysis of the bacterial and fungal communities during the maturation of preparation 500, used in biodynamic agriculture », Preprints 2020.

5. La rhizosphère est la région du sol directement formée et influencée par les racines et les micro-organismes du sol qui y sont associés.

CI-CONTRE
Graphique obtenu
par une équipe
de chercheurs italiens
ayant suivi
l'évolution
des populations
bactériennes
(en bleu) et fongiques
(en vert) au cours
de la maturation
de la bouse de vache.

Richesse observée



Ce qui est remarquable, c'est que le rapport final entre bactéries et champignons se rapproche de celui du sol. Ces résultats montrent bien qu'il se passe quelque chose au sein de la corne.

ration). Sans rentrer dans les détails des souches microbiennes dénombrées, les comptages ont montré un renversement entre champignons et bactéries. Alors que les champignons sont dominants dans la bouse fraîche, ce rapport est inversé dès la mise en terre. Au bout de 85 jours, il y a une stabilisation de l'évolution. **Ce qui est remarquable, c'est que le rapport final entre bactéries et champignons se rapproche de celui du sol** (voir graphique ci-dessus). Ces résultats montrent bien qu'il se passe quelque chose au sein de la corne. Ce qui est intéressant, d'après les chercheurs, est la présence du genre fongique des Onygenales (du latin *onyx* = ongle), connu pour sa capacité à dégrader la kératine, la protéine fibreuse constitutive des poils, cheveux, ongles, sabots et cornes, ainsi que de la partie extérieure de la peau et des muqueuses. Ces champignons sont dominants dans la bouse de vache fraîche, où ils se nourrissent notamment des résidus de la muqueuse digestive des ruminants. Lorsque la bouse est placée dans la corne, ils sont directement en contact avec une masse importante de kératine. Ils se développent donc abondamment en digérant cette protéine, qui est particulièrement riche en soufre, libérant ainsi dans la bouse des nutriments soufrés importants pour le métabolisme des autres microorganismes et pour la vie du sol. Ainsi, ces champignons joueraient un rôle catalytique dans la maturation de la 500, en lien intime avec la corne de vache.

Influence de la corne

Afin d'évaluer l'importance de la corne dans le processus, ces chercheurs ont également observé l'évolution de la bouse dans des cornes en plastique ainsi que

dans des cornes enveloppées totalement ou partiellement de cellophane. Les résultats ont montré que seules deux combinaisons permettaient une évolution complète de la bouse de corne: les vraies cornes nues ainsi que celles recouvertes de cellophane, mais laissant l'orifice ouvert. **Par conséquent, deux aspects semblent essentiels dans l'élaboration: la présence d'une corne kératinisée qui ne peut pas être remplacée par du plastique, et une entrée pour les échanges gazeux.** On comprend également mieux pourquoi les bonnes pratiques d'élaboration des préparations recommandent d'utiliser les cornes quatre à cinq ans au plus, car passé cette période, les cornes deviennent molles du fait de la dégradation de la kératine.

Ces résultats sont à mettre en perspective avec une étude approfondie menée par un groupe de chercheurs américains⁸. Une première expérience a impliqué quatre sites cultivés en biodynamie aux États-Unis. Dans chaque site, cornes de vache, cornes de taureau et pots en verre ont été remplis de bouse de vache et enterrés pendant l'hiver. Partout, la substance finale issue des cornes de vaches avait des qualités sensorielles proches d'un compost mûr au terme d'une fermentation aérobie, que tous les praticiens connaissent bien: couleur noire, odeur de sous-bois et texture colloïdale. La plupart des cornes de taureau produisirent une substance similaire, mais, dans quelques-unes, cette transformation fut moins achevée. Les échantillons issus des pots étaient en revanche différents: l'odeur était neutre, et la substance plus fibreuse.

8. Endelman et al., « Nitrogen dynamics of biodynamic horn manure », *Biodynamics*, Spring 2014.

Alain Morau a injecté de la bouse de corne dynamisée à différentes concentrations dans des échantillons de graines de cresson, pour mesurer son effet sur les premiers stades de la croissance végétale.



L'analyse chimique des échantillons montra une teneur en azote significativement supérieure dans la substance issue des cornes de vache ou de taureau (2,2 %) par rapport aux pots de verre (1,8 %). La teneur en carbone fut en revanche la même dans les différents contenant (35 % en moyenne).

Les chercheurs ne décelèrent aucune perte en matière azotée (par rapport au fumier d'origine) lors de la fermentation dans les cornes, alors que cette perte s'éleva à 37 % dans les pots. L'activité respiratoire (qui mesure le métabolisme bactérien) était par ailleurs inférieure pour les cornes. **La fermentation au sein de la corne correspond donc à un processus aérobie conduisant à une perte de carbone sans perte d'azote, et caractérisé par un métabolisme réduit.**

Essais en laboratoire

Une autre méthodologie pour analyser la bouse de corne est le développement d'essais spécifiques en laboratoire. Dans la ferme du Dottenfelderhof, en Allemagne, un essai biologique fut mis en point pour étudier ses effets. L'objectif de ce travail est de produire des données robustes et fiables grâce à un dispositif expérimental contrôlé et facilement reproductible. Ainsi, Alain Morau s'est inspiré d'un protocole développé par des chercheurs en médecine intégrative⁹ pour tester l'influence d'une substance fortement diluée (dans leur cas, le gui) sur le développement et la morphologie du cresson. Le principe consiste ici à

observer les premiers stades de développement de graines de cresson cultivées en hydroponie dans une solution ayant reçu différentes quantités de bouse de corne dynamisée (0,1 µl et 1 µl, plus une modalité de contrôle sans préparation).

Les résultats de cette étude, publiés en 2020 dans un premier article¹⁰, sont les suivants :

1. la croissance des racines de cresson, au stade précoce de la croissance, était très sensible aux effets de la bouse de corne ;
2. l'effet de la bouse de corne variait fortement au fil des lots, mais il était stable sur des périodes de plusieurs mois ;
3. un **mode d'action stabilisateur** était statistiquement significatif, de sorte que la croissance racinaire était stimulée lorsque la croissance moyenne était faible, et qu'elle était réduite dans les lots à croissance moyenne à forte. **Ceci indique la possibilité d'accroître la résilience du système agricole dans la pratique.**

Effet compensatoire

Afin de mieux comprendre cet effet stabilisateur ou compensatoire, une deuxième série d'expériences a été conduite. Il s'agissait d'étudier les interactions entre la bioactivité de la 500 et les facteurs suivants : un surdosage d'eau entraînant un manque d'oxygène pour les racines, un stress lié à la gravistimulation (déplacement des plantes), et l'exposition à la lumière fluorescente. L'idée sous-jacente est la suivante :

9. Baumgartner et al., « Evaluation of Preclinical Assays to Investigate an Anthroposophic Pharmaceutical Process Applied to Mistletoe (*Viscum album L.*) », *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014.

10. Morau et al., « Growth responses of garden cress (*Lepidium sativum L.*) to biodynamic cow manure preparation in a bioassay », *Biological Agriculture & Horticulture*, 2020.

Organisation spécifique des communautés fongiques dans les sols selon les modes de culture, conventionnel (A), bio (B) ou biodynamique (C). De gauche à droite, nous pouvons observer que la spécialisation et la compétition diminuent, tandis que la capacité d'agrégation augmente.



lorsque la plante est soumise à un stress raisonnable (qui ne compromet pas son développement), alors **l'application de 500 peut l'aider à récupérer. On peut également dire que le stress donne plus de possibilités à la 500 de montrer ses effets.**

Les conclusions de cet essai, publiées dans un second article¹¹, sont les suivantes: l'activité de la bouse de corne semble avoir une action compensatoire vis-à-vis des facteurs de stress que sont le surdosage en eau et la gravistimulation. La 500 semble interagir avec les systèmes sensoriels de la plante, stimulant probablement son adaptabilité à l'environnement en augmentant les processus d'autorégulation.

Influence sur les réseaux fongiques du sol

Une équipe de chercheurs espagnols et américains¹² a analysé les microorganismes provenant de 350 échantillons de sols de vignobles aux États-Unis et en Espagne. Les premiers résultats (preprint) indiquent que dans un seul écosystème, le mode de culture (conventionnel, biologique ou biodynamique) peut déterminer deux stratégies de rassemblement des communautés fongiques dans le sol : un habitat généraliste dans les sols traités en biodynamie, ou un habitat spécialisé dans les sols traités en conventionnel.

11. Morau et al., « Interactions between abiotic factors and the bioactivity of biodynamic horn manure on the growth of garden cress (*Lepidium sativum* L.) in a bioassay », *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 2020.
12. Ortiz-Álvarez et al., « Emergent properties in microbiome networks reveal the anthropogenic disturbance of farming practices in vineyard soil fungal communities », *Preprints* 2020.

Retrouvez le détail des articles ainsi que l'actualité de la recherche en biodynamie sur : www.biodynamie-recherche.org

Comme indiqué sur la figure ci-dessus, les communautés fongiques, favorisées par la gestion biodynamique, peuvent ressembler à une structure communautaire proche de celle des environnements sauvages, basés sur la coopération, par opposition à l'environnement hautement spécialisé que l'on trouve dans les vignobles cultivés de manière conventionnelle. Sur cette base, nous pouvons émettre l'hypothèse que les communautés fongiques qui donnent naissance à des réseaux communautaires de collaboration peuvent être plus résistantes à l'environnement, en constante évolution imposée par le changement climatique et l'utilisation des terres.

Conclusion

L'observation de la littérature scientifique sur la bouse de corne nous montre des résultats passionnants sur les propriétés et les qualités de cette étonnante substance.

Les aspects – certainement plus fondamentaux – liés aux forces de vie et à la dynamisation ne sont pas abordés ici car ces domaines ne sont pas (encore) reconnus comme valides dans le modèle de pensée scientifique dominant, et font donc appel à des méthodes de recherche plus expérimentales (approches sensibles et morphogénétiques par exemple).

Dans un article à paraître dans le prochain numéro de *Biodynamis*, il sera fait le lien entre certains résultats de recherche et le *Cours aux Agriculteurs* de Rudolf Steiner. ●

Merci à Alain Morau pour sa relecture et ses apports constructifs.