EFFLUENTS, COMPOSTS ET AUTRES PRODUITS RÉSIDUAIRES ORGANIQUES: VÉRITÉS ET DÉSILLUSIONS

S'ils sont une source de matières organiques complémentaires pour booster l'activité biologique et les propriétés du sol, les produits résiduaires organiques n'en sont pas moins le moyen d'apporter des éléments minéraux supplémentaires et, entre autres, de l'azote. Cependant, bien qu'il soit logique de les considérer comme des produits fertilisants, ces matières organiques ne seront jamais des engrais. Entre des produits de valeur plutôt fertilisante ou plutôt amendante, toute la subtilité consiste à savoir où placer le curseur.

L'étude que nous vous proposons pour entrer dans le vif du sujet date des années 1990-2000 et porte sur l'évolution d'effluents d'élevage, de boues de station d'épuration (STEP) et de produits organiques compostés (figure 1). L'analyse a été faite en conditions contrôlées de laboratoire (température de 28 °C et humidité constante) et a consisté à suivre, dans le temps, l'évolution dans un sol de ces produits au travers du taux d'azote organique, lui-même pourvoyeur d'azote assimilable par les plantes, qu'on appelle aussi azote facilement minéralisable (ou disponible).

Les chiffres entre parenthèses à côté des différentes catégories de produits organiques indiquent le nombre de ces mêmes produits: 48 effluents d'élevage analysés, 15 boues de STEP et 17 composts. Si ces résultats sont issus du laboratoire donc en conditions contrôlées, aux dires des chercheurs interrogés, on peut néanmoins extrapoler la tendance à ce qui peut se passer au champ, sachant que les conditions réelles seront toujours amplifiées. Qu'observe-t-on? Trois types de produits organiques au comportement distinct:

- des effluents d'élevage comme les fumiers, plus ou moins carbonés dont l'évolution peut aisément partir dans tous les
- les boues de STEP dans lesquelles on pourrait aussi intégrer des lisiers donc des produits très liquides, peu carbonés et dont l'évolution est aussi peu prédic-
- les composts, produits évolués par définition où les courbes d'évolution, plus « plates », reflètent un comportement beaucoup plus prévisible mais aussi dont les retours azotés sont beaucoup plus faibles, voire qua-

Ainsi, bien que l'on puisse les caractériser (comme nous le verrons plus loin), les mettre dans des grands groupes de tendance, il faut accepter la difficulté de prévoir précisément le moment et le niveau de retour



minéral d'une grande majorité de ces produits organiques. Aussi, quels qu'ils soient, même s'ils peuvent être transformés en valeur minérale et, entre autres, en azote sur le papier, ils auront toujours un retour « fertilisant » difficilement prévisible et fortement influencé par le climat et les pratiques culturales.

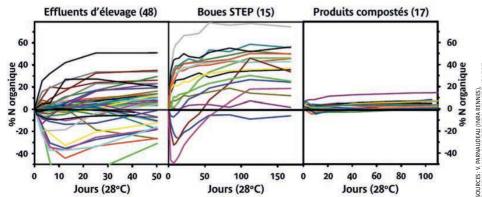
Toujours d'après cette première figure, on peut remarquer que parmi les effluents d'élevage analysés, la moitié a un effet négatif avec une réduction de 40 %, voire 50 % de l'azote apporté, sachant qu'on est sur une échelle de 50 jours normés. En fonction de sa composition et notamment de son rapport C/N, on peut certes prévoir que l'effluent va plutôt redonner assez rapidement de l'azote ou, au contraire, en prendre mais il est certain que prévoir son retour minéral s'avère très farfelu. Il faut surtout apprendre à en limiter les « défauts » (le risque le plus important étant les faims d'azote) et savoir fermer le système pour en limiter les pertes. Dans les régions où d'importantes fuites de nitrates se produisent, l'erreur est justement de toujours considérer les effluents comme des engrais!

Pour les boues, assimilables à des lisiers, la tendance est la même. On a certes plus de retours azotés positifs mais on peut aussi avoir, temporairement, des préemptions d'azote (courbes qui plongent). Prévoir le retour minéral de ce type de produit est là aussi très difficile. On observera aussi que l'échelle passe, ici, à 150 jours normés. Nous sommes donc loin d'être face à des produits « normés »; leur évolution dans le sol est trop dépendante, bien sûr, de leur composition mais des conditions climatiques, d'application et de bien d'autres paramètres.

Pour les produits compostés, c'est très différent. La stabilité est reine. Cela vient du principe même du compostage. Peu importe la composition du produit organique de départ, le compostage engendre un produit homogène, ayant perdu toute son énergie ou, si vous voulez, son carburant.

Rappelez-vous, dans le dernier dossier traitant des matières organiques du sol, les MOS (TCS





Pour ne pas vous perdre...

Ce dossier nous oblige à employer un nombre important d'abréviations. Pour une lecture moins laborieuse, voici un lexique des abréviations utilisées:

- BM: biomasse microbienne
- CAH: complexe argilo-humique
- CV: même si vous le savez mieux que quiconque: couverts végétaux, bien sûr!
- ISMO: indice de stabilité des matières organiques
- MOS: matières organiques du sol
- PEA: « plan d'épargne en azote »
- PRO: produits résiduaires organiques
- STEP: stations d'épuration (boues de STEP)
- VAF: « volant d'autofertilité ».

n° 67 de mars/avril/mai 2012), nous avions retenu l'image donnée par Xavier Salducci, de CelestaLab: le sol est comme un véhicule. Pour fonctionner correctement, il a besoin de trois choses:

- un carburant: les MOS;
- un moteur: la BM (biomasse microbienne).
- une transmission: les activités de cette biomasse.

Le rôle de l'agriculteur se résume, d'une part, à fournir un carburant de qualité et de manière continue, nécessaire pour que son « sol-véhicule » donne toute sa puissance et d'autre part, de protéger cet ensemble. Avec le compost, le carburant n'est plus vraiment là...

Un peu de terminologie

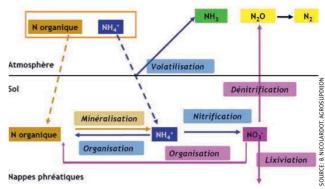
Avant de poursuivre, il est bon de préciser de quoi on parle vraiment quand on parle de produits organiques et d'aborder un peu de terminologie. Dans de précédents articles, nous avons souvent utilisé le terme de matières organiques externes ou exogènes (MOE), en différenciation des matières organiques du sol (MOS). Cette terminologie de MOE n'est cependant pas tout à fait juste puisqu'il n'est pas exact de parler de matières externes pour des produits organiques issus ou accumulés sur l'exploitation. On utilise donc plus volontiers le terme de produits résiduaires organiques, en abrégé PRO. On v distingue tous les produits organiques d'origine urbaine, industrielle ou agricole ayant subi ou non des traitements (boues, composts, effluents agro-industriels, effluents d'élevage, digestats, BRF...).

La biomasse microbienne au cœur de l'évolution des PRO

Lorsqu'il entre en contact avec le sol, un PRO, quel qu'il soit, subit les mêmes processus de transformation ou d'évolution que les MOS. Il devient, d'ailleurs, MOS... La figure 2 résume parfaitement bien cette évolution. Vous pouvez également vous référer à nos précédents dossiers sur les MOS, notamment celui paru dans le TCS n° 46 de janvier/février 2008 où nous identifions ces MOS et comment elles se dégradent dans le sol.

La biomasse microbienne (BM en abrégé) est au cœur de ces transformations. Petit aparté sur la BM. Contrairement à ce que certains peuvent annoncer,

FIGURE 2: DEVENIR DE L'AZOTE DES PRO DANS LE SOL



il ne faut pas croire qu'il existe des sols morts ou qui le sont devenus par de mauvaises gestions humaines. Un sol n'est jamais complètement mort et même s'il peut avoir considérablement perdu en matières organiques. la vie biologique, au travers de la faune et de la flore du sol, est toujours présente. Parfois en sommeil, elle ne demande qu'à fonctionner et la moindre nourriture/énergie mise à sa disposition et c'est une explosion, en un rien de temps, d'une activité biologique adaptée à ce qu'on lui apporte! À l'image, quelque part, du levain en boulangerie! La parenthèse étant fermée, rappelons donc, très brièvement, les principales étapes de transformation et de réorganisation des PRO dans un sol. Les grosses molécules constitutives se transforment en éléments les plus simples. Elles sont ainsi cassées, mâchées, « miniaturisées » pour aboutir à la production d'éléments minéraux simples pouvant alimenter les micro-organismes du sol et les plantes. C'est bien d'abord le

Stéphane Billotte, Yonne: pas besoin d'être éleveur pour valoriser ses propres PRO

Stéphane Billotte est en AC de longue date dans l'Yonne. Sans élevage, il a longtemps réfléchi à la meilleure façon de valoriser des PRO sur ses sols, efficace et pas cher. Il a eu l'idée de composter tous les déchets organiques, quels qu'ils soient, produits sur son exploitation. Ainsi, il récupère tous ses déchets de moisson composés de menue-pailles mais aussi de grains non commercialisables (déchets de séparateur). Les opportunités font qu'il va y ajouter, par exemple, des déchets de menuiserie. Il prépare lui-même son compost qu'il retourne 3 à 4 fois par an, mais sans apports d'eau puisqu'il n'en a pas à proximité. Chaque année, au mois d'août, il épand ce compost soit sur ses couverts longs, soit sur ses intercultures courtes avant colza. Il en a même déjà épandu sur des semis de trèfle. Le compost est épandu en surface, sans mulchage, avec un épandeur à fumier équipé d'une hotte de location. « Je pratique ceci depuis environ 5 ans et j'y trouve beaucoup de bénéfices. Cela me coûte peu puisque je fais tout moi-même. La matière organique est locale puisque majoritairement produite sur mon exploitation et je ne suis pas pénalisé à la commercialisation par la présence de "mauvais" grain. Il y a, bien sûr, aussi des graines d'adventices mais le principe du compostage fait que, jusqu'à présent, je n'ai jamais vu de ces graines germer », détaille-t-il.

L'intérêt pour ses cultures et ses sols du compostage des résidus de moisson (déchets de séparateur) est parti de cette observation. Voyez la bande de fétuque plus verte: elle a reçu, quelques semaines auparavant, un godet de déchets de séparateur. Au début, S. Billotte a cru qu'il s'agissait d'un verdissement dû à la présence de mauvaises graines qui avaient regermé. Mais non, il s'agissait bien de la fétuque qui avait profité de cet apport organique. Stéphane a donc décidé de le reproduire à plus grande échelle mais en prenant soin de composter ces « déchets » de moisson pour écarter les risques de germination d'adventices



Les PRO en chiffres

Les effluents d'élevage représentent la source de PRO la plus abondante. D'après l'Inra (données de 2002), ils représentent une masse annuelle d'environ 275 millions de tonnes de matière brute, composée à 86 % de fumiers. En considérant les 29 millions d'hectares de SAU (données de 2008), cela représente presque 9.5 t/ha!

En comparaison, les déchets organiques agro-industriels représentent 43 millions de tonnes, soit 1,5 t/ha, les boues

de STEP 9 millions (produits majoritairement agricoles envoyés dans les villes et qu'il serait normal de redistribuer vers les champs) et les composts de déchets verts, de biodéchets et d'ordures ménagères, moins de 2 millions de tonnes. Il faut intégrer qu'avec cette matière organique transitent d'importants flux minéraux, en premier lieu l'azote mais aussi P, K et compagnie.

sol qui est nourri! À propos, les PRO ne fournissent pas seulement du C, du N, du P ou du K (pour faire simple) mais ils sont aussi d'intenses pourvoyeurs de macro-éléments (S, Ca, Mg) et d'oligo-éléments (fer, zinc, molybdène, cuivre, bore, manganèse) en fonction de leurs origines. De plus, toutes les molécules constitutives des PRO ne sont pas « digérées » à la même vitesse. Ce sont, tout d'abord, les sucres qui sont consommés (ils fournissent l'énergie première à la BM) puis des composants de plus en plus « coriaces »: hémicellulose, cellulose puis lignine. De manière concomitante aux étapes de minéralisation, les plus petites molécules sont aussi réorganisées en de plus complexes, regroupées sous le terme générique d'humus mais fort d'une multitude de grosses molécules variées. La grosse différence est que cet humus est beaucoup plus « stable » (même s'il se dégrade aussi) que les éléments issus de la minéralisation primaire.

La nature même du sol a peu d'influence sur ces processus. Bien entendu, il est toujours mieux d'avoir suffisamment de particules d'argiles pour fixer les particules humiques et former ainsi le fameux complexe argilo-humique (CAH). Îl est aussi très important d'avoir une structure de sol aérée avec une bonne circulation de l'eau et

de l'oxygène. Néanmoins, ce qui agit surtout sur la vitesse de transformation des MOS et donc sur l'activité de la BM, ce sont la température et l'humidité. D'où l'existence de « saisons de minéralisation », plutôt au printemps et à l'automne. Et puis, bien entendu, l'action de l'homme qui a forcément un impact, ne serait-ce qu'au travers des pratiques culturales comme le travail du sol, des cultures qu'il produit mais aussi d'autres pratiques comme l'irrigation (quand on apporte de l'eau en pleine chaleur, on augmente la minéralisation).

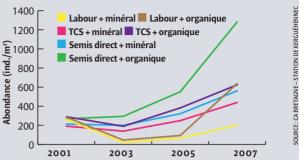
PRO fertilisants ou amendants

À l'instar des MOS, les PRO ont les mêmes fonctions « globales » sur le sol:

- Ils agissent sur la fertilité biologique globale du sol, à travers l'activité de sa faune et de sa flore, en l'alimentant et en participant à sa diversité et son renouvellement.
- En bout de chaîne, ils participent à la nutrition des plantes (apports, stockage et mise à disposition diffuse de nutriments divers et variés).
- Mais ils agissent aussi, de manière positive, sur l'organisation du sol et ses propriétés structurantes, d'aération, d'efficience de l'eau et de stabilité.

Pour autant, et c'est ce que nous

ÉVOLUTION DES POPULATIONS DE LOMBRICS EN FONCTION DU TRAVAIL DU SOL ET DE LA FERTILISATION



Nous avons déjà présenté ces résultats dans TCS 69 de septembre/ octobre 2012. Ce qui intéresse ici est l'effet de l'apport régulier de PRO, des effluents d'élevage en l'occurrence. Quel que soit le travail de sol, dès qu'on y ajoute un apport de matières organiques, l'effet est en faveur d'une augmentation de la population de vers de terre. Encore plus intéressant: si on ne considère que la modalité SD qui, on le sait, est celle qui protège le mieux les lombriciens: à partir du moment où on apporte des matières organiques, la population de lombrics grimpe.

Les lombrics ne sont que la partie émergente de l'iceberg de la vie biologique des sols. Si ces organismes sont impactés, c'est tout le reste qui l'est aussi. Conclusion: il y a globalement un impact positif à apporter régulièrement des matières organiques au sol. En d'autres termes, les TCS et le SD n'apportent que la préservation de l'habitat. Mais il ne suffit pas de protéger. L'augmentation des ressources alimentaires au travers de l'apport de PRO est beaucoup plus stimulante pour l'activité biologique, même s'il y a perturbation de l'habitat. Évidemment, l'association des deux apporte les meilleurs résultats.

avons introduit dans ce dossier avec la figure 1, même au sein d'une même catégorie, tous les PRO ne se ressemblent pas. Leur impact sur le système solplante va donc s'en ressentir et leur utilisation en sera différente. Ceci s'explique très simplement. Prenons des effluents d'élevage. Leur composition et donc leur future évolution dépendent de multiples paramètres: type d'animaux élevés, d'alimentation, de prophylaxie, de conditions d'élevage, de type de litière, etc.

Pour autant, et afin de savoir où on va, il est utile de « catégoriser » ces produits. Se dessinent ainsi deux grands types de PRO:

Les PRO à valeur plutôt « fertilisante ».

Les PRO à valeur plutôt amendante.

Les premiers ont pour caractéristique de fournir assez rapidement leur énergie et leur azote facilement disponible pour les micro-organismes et les plantes (même si, dans un premier temps, certains peuvent être temporairement consommateurs d'azote du sol comme nous le verrons plus loin). Ils se dégradent donc généralement assez rapidement et ont donc un impact plutôt de court/moyen terme d'où l'emploi, pour les identifier, du terme « fertilisant ». Les effluents d'élevage peu pailleux, de type lisier ou encore des produits issus de transformations agro-industrielles peu carbonés, peuvent appartenir à cette catégorie.

Lisier de porc + fumier de bovin: un duo gagnant

C'est l'analyse qu'en fait le chercheur Thierry Morvan, de l'Inra de Rennes. Pour lui, pouvoir associer ces deux PRO offre tous les avantages à l'agriculteur: « Le lisier de porc remplace à lui tout seul une fertilisation minérale, assure-t-il. Il apporte lui-même de la biomasse microbienne, la stimule et, en plus de l'azote

disponible tout de suite, il fournit également du P, K et autres oligoéléments. En associant du fumier de bovin, vous complétez vos apports fertilisants via le lisier par des apports de type amendant qui vont agir plutôt sur le long terme (une partie importante de l'azote est contenue dans des molécules stables nécessitant plus de temps pour être minéralisé). Au bout du compte, l'agriculteur n'a pas acheté de fertilisants minéraux chimiques et le bilan carbone, au final, est des plus positifs! »

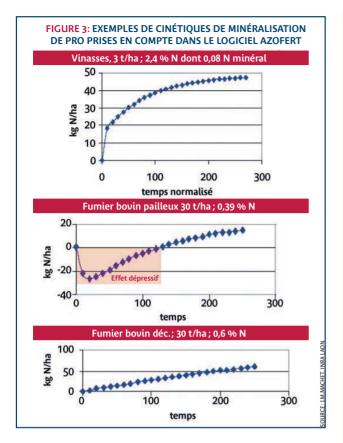
Autre exemple, issu de l'essai Inra de longue durée de Rennes-Champ Noël, années 1990 à 2000. Cet essai montre qu'on peut assurer, sur le long terme, les rendements d'une succession culturale maïs/blé en substituant la fertilisation minérale par des apports de lisier de porc. Cette substitution a permis d'économiser en moyenne chaque année, 100 kg/ha de N pour le maïs et 130 kg/ha pour le blé, ainsi que 60 kg/ha de P2O5 et 100 kg/ha de K2O.

Il faut cependant noter que ces essais analysent l'arrière effet des PRO, après des apports répétés tous les ans. La première année, le



Si vous n'avez pas le N° 72 de TCS en main et que vous souhaitez lire la suite de ce dossier, vous pouvez le commander au 03 87 69 18 18. Pour plus d'information sur les TCS, le semis direct et les couverts végétaux, nous vous donnons également rendez-vous sur :

www.agriculture-de-conservation.com



Les PRO à valeur plutôt amendante ont, d'une manière générale, d'autres impacts complémentaires. Ils sont fournisseurs d'éléments mais bien sur le plus long terme car constitués, principalement, de plus grosses molécules nécessitant plus de temps (plus d'un an) pour être minéralisées. Ils viennent gonfler le VAF, volant d'autofertilité. Ces PRO participent donc à un temps de résidence plus long du carbone organique et donc de l'azote. Pour que l'activité biologique se multiplie, ils doivent trouver de l'azote et vont le trouver dans le sol au détriment de la végétation. Ainsi, si les premiers sont plutôt là pour doper, rapidement, le système en fournissant très rapidement l'énergie et l'alimentation pour la BM, les seconds viennent plutôt stabiliser le système et apporter, de manière imagée, les provisions pour l'hiver où la BM viendra y puiser ce dont elle a besoin au moment opportun. En découle notre fameux PEA, plan d'épargne en azote...

Un risque d'effet « dépressif » immédiat

Reprenons la figure 1 et complétons-la avec la figure 3

Jean-Claude Quillet, Indre-et-Loire: mélange de boues de STEP et compost de déchets verts

SDiste en Indre-et-Loire, Jean-Claude Quillet épand des boues de station d'épuration (STEP) depuis 25 ans. « Depuis 6 ans, j'en utilisais moins et j'avais arrêté sur certaines parcelles car les boues de STEP sont maintenant chaulées pour des questions d'hygiène et les pH commençaient à être trop hauts », explique-t-il. L'agriculteur recommence à en utiliser car il a décidé de les mélanger avec du compost: « Le compost est un très bon produit pour redresser des sols pauvres en matières organiques et en argile. C'est, par contre, un investissement sur le long terme. » L'utilisation du compost est venue par hasard alors que des riverains déposaient dans la nature leurs déchets verts. Jean-Claude a commencé à les ramasser, ce qui représente tout de même 2000 t/an. Il réalise lui-même son compost et l'utilise lorsque celui-ci a entre 6 mois et 1 an. Il n'est donc pas complètement mûr et comporte encore deux tiers de débris plus ou moins grossiers. Il réalise le mélange avec les boues juste avant l'épandage qu'il fait avec un Terra Gator acheté d'occasion. Cet appareil, en préservant la structure du sol, lui offre une plus large gamme de fenêtres d'intervention et il peut épandre sur les cultures jeunes sans les blesser. Il épand ainsi son mélange sur orge d'hiver, blé, couvert végétal après leur destruction et même sur maïs après semis.

Le SDiste trouve un premier avantage dans le mélange dès l'épandage car le simple fait de mixer les boues avec du compost supprime leur odeur. Il a aussi comparé ce que lui apporte ce mélange par rapport à un compost de déchet vert habituel: « Le mélange est plus équilibré en éléments, assure-t-il. Avec le compost, j'apporte, par exemple, de la potasse que ne comportent pas les boues. Les boues, par contre, apportent le phosphore, le calcium et l'ensemble de tous les oligoéléments comme le cuivre et le zinc. À propos, elles sont aujourd'hui beaucoup plus "propres" par rapport aux métaux lourds qu'il y a 25 ans. » J.-C. Quillet a fait ses calculs. Le compost lui coûte 20 euros/t mais il est payé 13 euros/t pour épandre les boues. Enfin, il pense que ce mélange devrait trouver encore plus d'intérêt dans les parcelles irriguées où se succèdent blé et mais avec un an sur deux, un couvert d'avoine + féverole : « Le fait d'irriguer crée un microclimat très favorable à la minéralisation et effectivement, dans ces secteurs, la matière organique se minéralise plus vite du fait de l'humidité du sol qui est maintenue pendant la saison chaude. L'apport du mélange boues et compost devrait améliorer la situation, compléter les apports par les résidus et le couvert et permettre encore de réduire la fertilisation. »

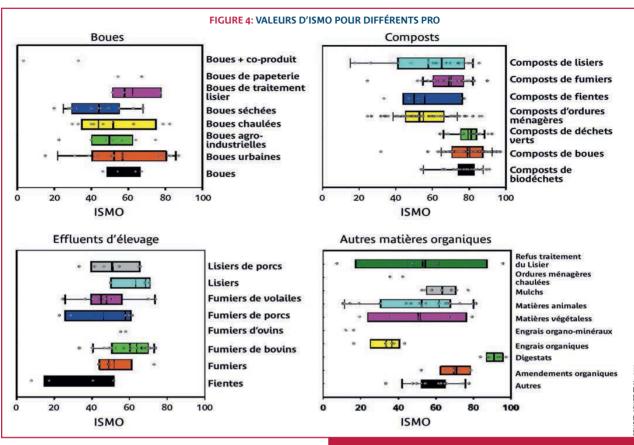
Trought Its France

En système traditionnel, avec travail du sol, même si on apporte un PRO de type amendant et cela chaque année, on va avoir l'effet du travail qui minéralise, sans compter la fertilisation chimique apportée, voire en plus l'irrigation.

Travail du sol, engrais chimique, irrigation ont un effet positif sur la minéralisation, masquant le potentiel effet dépressif du PRO sur l'azote. En non-labour, on perd le travail facteur de minéralisation et on ne masque plus les préemn-

du sol, facteur de minéralisation et on ne masque plus les préemptions du PRO qui se font, d'ailleurs, exclusivement en surface du sol, là où on sème. En non-labour, il est donc plus important encore de savoir ce qu'on utilise comme PRO et de quelle manière.







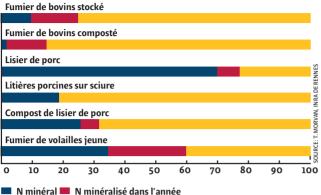


Le nouvel indice de caractérisation ISMO est issu de l'analyse de 440 produits organiques différents. Voyez les produits compostés qui révèlent des valeurs en général supérieures à 60 alors que des produits moins stables, à l'impact plus de court terme (plutôt des fertilisants) ont des valeurs d'ISMO plus basses. C'est le cas des fumiers, des lisiers ou des fientes.

qui montre trois exemples de cinétique de minéralisation de PRO; des vinasses et deux fumiers de bovin dont l'un est pailleux. Il faut surtout retenir de ces trois cinétiques, leur forme globale. Les vinasses, par exemple, correspondent à un PRO qui fournit très rapidement de l'azote disponible pour le sol et pour les plantes. Le fumier de bovin peut également se comporter de la même facon, tout en ayant, cependant, une cinétique de minéralisation moins rapide au tout début de sa transformation.

Lorsque ce fumier devient plus pailleux (plus riche en carbone car plus riche en cellulose), la cinétique change beaucoup. Le PRO devient même, dès le début de son évolution dans le sol, consommateur d'azote. C'est la courbe qui plonge vers le bas dans les premières semaines. Cet état est temporaire et, cet effet passé, le PRO redevient fournisseur d'azote, Pourtant, il s'agit aussi d'un fumier de bovin comme le précédent exemple. C'est ce que les chercheurs appellent un effet « dépressif ». Le produit organique est très carboné; il n'y a, dans le produit, pas suffisamment d'azote rapidement disponible pour les besoins de la microflore dégradante et la BM va, dans les premières semaines, puiser dans le sol l'azote minéral pour s'attaquer au carbone dégradable (sucres solubles, hémicelluloses, cellulose) contenu dans le produit. Les effluents d'élevage ne sont donc pas toujours des engrais comme on l'entend souvent. En tout cas, pas toujours dans les premiers temps. C'est pourquoi, ce genre de PRO doit être apporté bien en amont des besoins azotés d'une culture, le temps qu'il évolue et se retrouve dans un état de fournisseur net d'azote et non plus dans un état de préemption.

FIGURE 5: DISTRIBUTION DES FORMES D'AZOTE DANS DIFFÉRENTS PRO

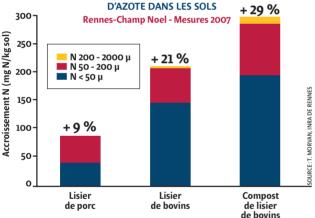


Cette figure est issue de la compilation des résultats de Gordillo et Cabrera (1997), Qafoku et al. (2001), Morvan et al. (2005 et 2007) et Gale et al. (2006). Elle illustre parfaitement bien la grande variabilité entre différents types de PRO à propos de la biodisponibilité de l'azote.

N minéralisé années suivantes

Ainsi, ce qui est indiqué N minéral représente l'azote à la biodisponibilité immédiate pour les végétaux. Voyez la différence entre un lisier de porc et un fumier de bovin composté! Pour autant, le fumier de bovin composté (pour ne prendre que cet exemple) contient d'importantes quantités d'azote qui viennent gonfler le PEA et qui ne seront distribuées que progressivement dans le temps, un peu comme les intérêts d'un capital.

FIGURE 6: LES PRO PARTICIPENT ÉGALEMENT AU STOCKAGE



Malgré leur typologie globale (valeur plutôt fertilisante ou plutôt amendante), chaque PRO est aussi, à plus long terme, susceptible de stocker de l'azote organique (produits humiques). Bien sûr, un compost a plus de propriétés de stockage qu'un lisier qui en possède quand même!

ISMO et C/N, deux caractéristiques des PRO

Comment donc savoir quelle valeur a un PRO? Le rapport C/N, souvent mentionné, est un bon indicateur. Plus le C/N est élevé, plus le produit est carboné ou pailleux et plus il a une valeur amendante. Ce critère est cependant loin d'être suffisant. La recherche a beaucoup travaillé à ce niveau (dans un but de normalisation) et deux mesures permettent aujourd'hui de mieux caractériser ou « profiler » un PRO:

- L'ISMO qui qualifie la valeur amendante du produit (auparavant, on utilisait plutôt l'ISB indice de stabilité biochimique mais aujourd'hui l'ISMO, issu de plus de 400 analyses de produits, est plus fiable). L'ISMO permet ainsi de caractériser la stabilité organique du produit ou encore sa proportion de MO susceptible d'entretenir le stock de MOS. Plus l'ISMO est élevé, plus le produit permet d'entretenir ce stock, sur le long terme (voir figure 4).
- La fourniture en N du produit



(disponibilité en azote pour les plantes) et donc plutôt sa valeur fertilisante.

Dans les années à venir, une typologie beaucoup plus précise des différents PRO dont les agriculteurs peuvent disposer devrait ainsi se développer, sachant que cela restera toujours une approximation avec l'incertitude du climat et des pratiques culturales.

En résumé, comparé à des situations sans apport de PRO (seulement une fertilisation minérale), il est largement prouvé que

des apports réguliers de PRO (en particulier des effluents d'élevage puisque ce sont principalement eux qui ont été étudiés) apportent, à terme, des suppléments de minéralisation via l'accroissement de matières organiques, en circulation, qu'ils provoquent. La majorité des essais montrent que ce supplément de minéralisation peut fournir des quantités supplémentaires annuelles d'azote minéralisé variant de 25 à plus de 80 kg/ha (après plusieurs années d'apports répétés). C'est encore cela le développe-

Intégrons bien cela: toutes les matières organiques (PRO, résidus de cultures, de CV) sont utiles à tous les niveaux. Ils le sont dans la couverture des sols, dans leur protection, leur structuration. Ils le sont dans l'alimentation de toute une chaîne trophique avec, en bout de course, les plantes.



ment du fameux PEA!

Mais que, au sein de ces PRO, une très grande variabilité de composition et donc d'effets existent. Il vaut donc mieux parfaitement connaître ce qu'on souhaite utiliser et être clair dans ses objectifs avant d'aller plus loin.

Et les couverts végétaux dans tout cela?

Pour le sol, il y a d'autres sources de matières organiques que ce soit au travers des résidus de cultures ou ceux des couverts végétaux (CV). À l'instar des PRO, ceux-ci entrent aussi dans les processus d'évolution des MOS dont ils viennent compléter, corriger ou amplifier les défauts et les qualités. Là aussi, leur vitesse d'évolution va dépendre de leur composition (nature des espèces végétales qui composent le mélange), de la température et de l'humidité mais aussi de l'intensité du travail du sol. Tout dépend aussi du stade de destruction du CV: plus on attend, plus le couvert vieillit et dilue l'azote dans du carbone apporté par la photosynthèse. En augmentant la biomasse produite, on augmente l'énergie disponible pour la BM mais on ralentit d'autant le retour minéral. Certaines espèces sont particulièrement pourvoyeuses d'éléments en particulier. On cite ainsi les crucifères pour le phosphore et le soufre ou les légumineuses pour l'azote. Ceci étant dit, en moyenne, le coefficient isohumique d'un CV n'est pas très élevé. Les dernières données avancent une moyenne de 0,33 (étude Inra). Pour autant, ces résultats sont issus d'une « approche couvert » classique. Nous savons que des CV de type Biomax, capables de produire entre 3 et 7-8 t/ha de MS ont certainement plus d'impact sur le stockage de matières

organiques.

Même s'ils peuvent être pourvoyeurs d'humus, les CV ont, d'une manière générale, plus un impact de court/moyen terme sur le niveau organique du sol. Ils sont plutôt des « boosters » de BM car ils sont riches en sucres. C'est de l'énergie immédiate. Apportés de manière régulière, ils viennent donc alimenter le pool biologique du sol. N'oublions pas l'impact également important des exsudats racinaires qui viennent aussi alimenter la BM. C'est certainement ici qu'ils ont d'ailleurs l'impact le plus sous-estimé en AC, d'où l'idée de semer dans un CV vivant!

L'essai présenté maintenant (figure 7) est très intéressant. Il met en exergue la complémentarité des deux sources de MOS: les couverts végétaux et les PRO.

Les CV compensent les « défauts » des PRO

Nous avons vu qu'il était bien difficile de prévoir le comportement de la majorité des PRO au champ. On peut certes prévoir s'ils sont plutôt de tendance fertilisante ou amendante mais ce qui les caractérise avant tout, c'est leur grande variabilité et même leur imprévisibilité. Les CV, au contraire et à partir du moment où on sème des mélanges de familles végétales différentes et variées, semblent plus « stables » et prévisibles. On peut même prétendre qu'ils vont venir compenser certains défauts des PRO et augmenter les retours immédiats et à moyen terme, sans à-coups.

La période de transition d'un sol vers l'AC est toujours délicate. Ces sols en transition sont loin de se satisfaire de seuls apports de résidus végétaux, même si ceux-ci sont d'importance. Il est alors bon de les aider à acquérir un statut organique plus consé-

Le compostage: l'homogénéisation compense les défauts

Le compostage est un procédé de traitement intensif des déchets organiques qui met en œuvre, en les optimisant, des processus biologiques aérobies de dégradation et de stabilisation des matières organiques complexes (source: Le Sol vivant, Gobat, Aragno et Matthey). Il reproduit ainsi, de manière accélérée, le processus de dégradation aérobie de la litière végétale. Le produit qui en résulte, appelé compost, a une double composition: il renferme à la fois des composés organiques précurseurs de l'humus et des éléments nutritifs.

Principe du compostage:

Lorsque le volume de substrat à composter est suffisant, il s'y produit, tout d'abord, une forte élévation de la température, liée à l'augmentation de l'activité de décomposition des micro-organismes aérobies (bactéries). La chaleur produite est dissipée à la surface du tas. Cette élévation de température atteint un seuil, lié à ce que les micro-organismes peuvent supporter. S'ensuit une température de croisière qui se maintient aussi longtemps que des substrats facilement métabolisables sont disponibles. Ceux-ci s'épuisent peu à peu et les substances restantes sont de plus en plus difficilement et donc lentement dégradées. La production de chaleur décroît et la température avec. Lorsque celle-ci est devenue proche de la température ambiante, la phase la plus importante de la maturation est terminée.

À l'instar de la minéralisation naturelle primaire, les micro-organismes assimilent en premier lieu les petites molécules solubles (sucres simples, acides aminés, alcools). Ils s'attaquent ensuite à des bio-polymères plus ou moins facilement dégradables: protéines, acides nucléiques, amidon, hémicelluloses, pectines, celluloses. Les éléments constitutifs de ces substances, surtout le carbone, l'azote, le soufre, le phosphore et les métaux, sont alors libérés sous forme de CO₂ et de sels minéraux. La transformation des matières peu dégradables n'intervient que durant la phase de refroidissement et de stabilisation, conduisant à une pré-humification. Cependant, certains polymères très récalcitrants, comme la lignine, ne sont que très peu, voire pas du tout dégradés lors du compostage.

Quel que soit le produit d'origine, on aboutit à un PRO très stable, prévisible. On supprime le risque de préemption d'azote du sol que peuvent avoir la majorité des PRO qui fait souvent dire que les composts donnent l'impression d'effets positifs. En bref, on accepte de perdre beaucoup de carbone et de l'énergie (« brûlés » par l'opération même

de compostage) pour éviter ces soucis de préemption. On obtient un PRO neutre et c'est pourquoi on l'autorise à l'automne! Il est vrai qu'il y a aussi des avantages comme la perte d'odeurs, la plus grande facilité de manipulation, « l'hygiénisation » du produit. Mais la question se pose: si on a du fumier à disposition, pourquoi le composter?



FIGURE 7: ESSAI CV DE PLÉLAN-LE-GRAND (35)										
			Pesée du 26 septembre			Pesée du 9 novembre				
Parcelle	Espèces	Dose (kg/ha)	CV seuls (poids T vert/ ha)	CV + lisier (poids T vert/ ha)	Coefficient (variation biomasse)	CV seuls (poids T vert/ ha)	Reliquats N (0-60 cm)	CV + lisier (poids T vert/ ha)	Reliquats N (0-60 cm)	Coefficient (variation biomasse)
1	Tournesol	10	- 12,17	27,16	2,23	34,67		41,56		1,2
	Lupin	36								
	Phacélie	3								
	Radis	2,2								
2	Tournesol	10	17,06	23,43	1,37	35,85	9,9	45,56	14,1	1,27
	Vesce	10								
	Sarrasin Phacélie	4,5 3								
3	Lupin	30	17,72	27,83	1,57	40,13		51,87		1,29
	Sorgho	6								
	Radis	2,2								
4	Seigle hyb et phacélie (Chlorofiltre n°4)	28	6,4	9,16	1,43	13,68		34,55		2,52
5	Seigle hyb et vesce (Chlorofiltre n°9)	27	4,3	6,55	1,52	21,62		33,52		1,55
6	Seigle hyb et navette (Chlorofiltre n°12)	22	5,75	14,05	2,44	8,64		23,63		2,74
7	Seigle hyb et Trèfle d'Alex. (Chlorofiltre n°14)	25	3,52	7,12	2,02	15,79		23,31		1,48
8	Avoine	80	3,7	6,95	1,88	3,74	10	8,13	11,8	2,17
9	Trèfle incarnat	10	3,77	8,05	2,14	33,32	39,2	37,39	23,6	1,12
10	Moutarde	10	8,72	16,81	1,93	16,69	9	29,02	9,9	1,74
11	Phacélie	10	9,94	21,71	2,18	20,37	9,9	49,62	15,9	2,44
12	Phacélie Moutarde	7	11,2	20,84	1,86	26,18		32,62		1,25
Moyenne des 12 parcelles			11,2	20,84	1,82	22,56	15,6	34,23	15,06	1,25 1,52

Cet essai couvert date de 2005 et a été réalisé en Bretagne sur une exploitation d'élevage. Les différents couverts ont été implantés en direct sur pailles enlevées début août. Sur la moitié de l'essai, 30 m³ de lisier de veau ont été apportés le 9/09 (valeur fertilisante immédiate estimée à 30 u N/ha).

Que remarque-t-on? Trois semaines après cet apport, lors des premières pesées du 26/09, les biomasses sont, en moyenne, multipliées par 2 dès qu'il y a ajout de lisier (coefficient moyen de 1,82). La différence de réaction des modalités est aussi très liée au caractère plus ou moins nitrophile des plantes. Voyez la modalité 6 (seigle hybride et navette) où le coefficient est de plus de 2! Les deux plantes étant particulièrement consommatrices d'azote, avec le lisier, la biomasse explose. Ceci signifie que même si nous sommes en Bretagne, en zone d'élevage et avec pailles ramassées, l'azote reste bien un facteur limitant dans le développement des couverts en été. Imaginez donc ce qui peut se passer en secteur céréalier avec pailles laissées!

Si on regarde maintenant les résultats de la deuxième pesée du 9/11, nous sommes à 1,52 de coefficient moyen. La différence entre sans et avec lisier s'est un peu atténuée car la minéralisation automnale s'est mise en route. Elle est néanmoins toujours là. Ainsi, à partir du moment où on apporte un peu de fertilisation au début pour aider au développement du couvert, on va pouvoir mobiliser davantage l'ensemble de la fertilité du sol et, avec le système racinaire du couvert, peut-être remonter l'azote éventuellement descendu. Enfin, autre observation très



importante tirée de cet essai: les reliquats azotés. En moyenne, ils sont seulement de 15 u, même avec un lisier. Le couvert a été très efficace. Mais cela risque d'être insuffisant pour le bon démarrage de la céréale qui suit! D'où l'intérêt de la localisation à l'implantation de cette dernière... Imaginez encore ce qui se passe en zone céréalière, pailles laissées, moins de PRO apportés et en SDSC! Bien sûr, ces résultats sont tirés d'un essai sur une année. Aujourd'hui, pour avancer dans ces modes de gestion, il serait important de développer plus de références

quent grâce aux PRO. Mais pas n'importe quels PRO: pour un bon démarrage en AC, mieux vaut porter son choix vers des PRO très fermentescibles, riches en azote rapide, justement pour palier les soucis de faims d'azote (préemption) dont nous avons parlé et que peuvent rencontrer les agriculteurs lors du passage en travail simplifié, surtout SD. Dans le cas où vous apportez des PRO trop carbonés, votre sol ne sera pas encore capable de les digérer et vous n'arriverez pas à développer l'autofertilité recherchée. Vous progresserez certes en matières organiques mais au risque de limiter encore plus votre disponibilité en azote. Par contre, des apports de produits de nature plus amendante, comme les composts, pourront venir en deuxième phase, en période dite « de croisière ». Ils permettront d'entretenir le système et de continuer à progresser sans risques. Dans ce cas de figure, le mulch acquis en surface viendra fournir à l'activité biologique l'énergie et l'azote et compenser les déséquilibres des PRO pour une digestion et une incorporation plus complète et plus rapide, toujours sans à-coups.

Les CV ont aussi un autre effet vis-à-vis des PRO: ils viennent atténuer certains de leurs inconvénients environnementaux comme les risques de volatilisation et autres pertes d'éléments dans le milieu.

Quid alors d'un apport de PRO sur un couvert? Bien entendu, la réponse ici n'a qu'une vision agronomique, certainement pas réglementaire (hormis pour les composts dont l'épandage est autorisé à cette période)... Agronomiquement parlant, profiter du CV pour épandre un PRO est plutôt cohérent. Comme nous venons de le voir, et à partir du moment où le CV a un fort potentiel (implanté tôt), les risques environnementaux inhérents à l'épandage des PRO sont très atténués. La présence même du CV fait que la BM est bien active, de quoi s'occuper aussi du PRO. Disons qu'un CV performant est le meilleur des « encadrants » d'un PRO.

Il y a juste un petit bémol: attention aux PRO qui auraient tendance à prélever de l'azote dans les premiers temps de leur dégradation, ils pourraient éventuel-

Quand épandre?

La réponse est presque simple: en fonction de la nature du PRO. S'il est plutôt de nature fertilisante comme un lisier, mieux vaut l'apporter légèrement en amont du besoin des plantes car nous insistons: ce n'est pas un engrais! Si, au contraire, il a plus une valeur amendante comme un fumier pailleux ou des composts de déchets verts, mieux vaut l'apporter bien en amont des besoins pour qu'il démarre sa digestion et surtout, éviter les risques de préemption d'azote. Ce type de PRO peut en effet avoir la fâcheuse tendance à soustraire de l'azote au sol dès les premiers temps, ce qui peut être très préjudiciable à la culture. Comme nous l'avons déjà précisé, cet effet n'est que temporaire et, après quelque temps, sa dégradation devient pourvoyeuse d'éléments (toujours de manière diffuse). Difficile, en fonction des PRO, de prévoir combien de temps peut durer cette phase de préemption! La réglementation actuelle (pour prendre celle des départements), interdit les apports d'effluents de ferme à l'automne comme il serait possible de le faire sur les couverts végétaux. Mais, d'un point de vue purement agronomique, nous sommes tout à fait en droit de nous poser cette question. Profiter de la présence du couvert végétal pour épandre ses effluents a, au contraire, bien des avantages:

- Au niveau du sol, les transformations de matières organiques sont longues, dépendantes du produit de base et fortement influencées par les conditions météo. Il est donc préférable d'anticiper et de laisser du temps à l'activité biologique pour digérer le produit afin d'obtenir une plus grande partie assimilable par la culture suivante.
- Les éléments solubles, et entre autres l'azote, seront rapidement mobilisés par la végétation en place, limitant de fait les risques de fuite. De plus, cette légère fertilisation permettra de doper le couvert à l'automne avec un gain notable en matière de production de biomasse.
- Le couvert a déjà fait son enracinement. Il est en place et profond. Il sera donc peu impacté par les potentielles préemptions d'azote du sol, à la surface, par le PRO.
- L'activité biologique qui redémarre de manière intense avec les pluies d'automne trouvera dans cet apport une nourriture de choix qu'elle assimilera et incorporera au sol avec d'autres résidus. Une meilleure alimentation en quantité et qualité c'est aussi le gage de plus de travail et donc d'une meilleure structuration biologique au printemps suivant.
- L'épandage dans un couvert en place à l'automne lorsque l'humidité revient est également le moyen efficace, bien plus que toute incorporation, de limiter les pertes par volatilisation qui peuvent dans certains cas être relativement importantes. C'est donc le moyen de conserver plus d'azote dans le système mais aussi de limiter les nuisances olfactives et l'émission de certains gaz à effet de serre. Vu sous cet angle, ce mode d'épandage dans ces conditions ne nécessite aucune incorporation: une économie de temps mais aussi d'intervention que l'agriculteur peut transférer dans la qualité d'implantation des couverts.
- Rouler sur les parcelles avec des engins qui sont de plus en plus lourds au printemps, c'est générer des compactions, qui même retravaillées intensivement resteront pénalisantes sur la culture qui suit. Ainsi, épandre à l'automne c'est aussi préserver la structure du sol qui est généralement, à l'inverse du printemps, sèche en profondeur et supporte beaucoup mieux la circulation des outils. Les sols seront d'autant moins impactés par ce trafic qu'ils sont colonisés par d'importants systèmes racinaires qui jouent le même rôle qu'une armature dans un béton. Enfin, si la structure se trouve légèrement endommagée sous le passage d'une roue, l'activité biologique a plusieurs mois devant elle pour intervenir et corriger la situation.
- Épandre une partie des amendements organiques à l'automne, c'est également faire le vide des zones de stockage avant l'hiver mais aussi limiter les fuites autour des dépôts en bout de parcelle.
- La période d'intervention dans de bonnes conditions étant beaucoup plus large, il sera plus facile de partager les outils et ainsi d'en réduire la taille, le coût et l'impact pour le sol. C'est aussi beaucoup moins de risque de terre et de boue sur les routes pour une meilleure cohabitation avec nos voisins « rurbains ».
- Enfin, pour tous ceux qui sont en TCS et SD mais aussi pour les agriculteurs conventionnels, laisser évoluer un fumier voire un lisier épais pen
 - dant plusieurs mois à la surface du sol, c'est aussi réduire fortement le risque de colporter principalement des graines d'adventices qui se retrouveront consommées par l'activité biologique de décomposition ou germeront tout en sachant que les plantules seront détruites avant l'installation de la culture suivante.



très carboné à la surface du sol entraîne, comme avec les pailles, un prélèvement important d'azote, malgré la minéralisation déclenchée par le travail du sol; une situation momentanément dangereuse pour la culture. Par contre, le positionnement d'un PRO à la surface du sol dans une végétation et un couvert, afin de limiter la volatilisation et garantir une humidité permanente pour obtenir une évolution continue, limite les risques de préemption d'azote.

EARL Descamps, Loir-et-Cher: valoriser des PRO à plusieurs



L'EARL Descamps possède un élevage de vaches laitières et est en TCS depuis quelques années. Le SD est aussi de plus en plus pratiqué. L'EARL s'est donc rapidement interrogée sur la meilleure gestion pour ses fumiers. Objectifs: continuer à profiter de ces apports, préserver la structure de ses sols, avoir une certaine souplesse dans les périodes d'épandage, éviter les stockages contraignants et gagner du temps. Mais aussi ne pas valoriser ces effluents seulement sur maïs mais également sur d'autres cultures, voire, si la législation le permet, sur couverts.

« Il y avait aussi les problèmes de faim d'azote qu'on connaît lorsqu'on évolue vers ces techniques, surtout en SD. Le fumier ne les résout pas forcément », ajoute Alexis Descamps. L'idée s'est donc orientée vers la valorisation de digestats. Alexis s'est alors rapproché d'un voisin qui possède son propre méthaniseur. L'accord est relativement simple entre eux: Alexis lui livre tous les 15 jours son fumier (ce qui lui évite du stockage) et son voisin lui épand le digestat obtenu. En plus, l'EARL peut bénéficier d'un épandage performant car celui-ci se fait par pendillard ou par épandage « au cordon » (société Valmat) : dans ce cas, le digestat est conservé dans un caisson en bord de parcelle et un cordon le relie au tracteur qui va l'épandre dans la parcelle. Il n'y a donc pas de tonne qui roule dans les champs avec les risques que cela comporte de dégradation de la structure. « Pour résumer, cette démarche m'apporte bien des intérêts, indique A. Descamps, le produit, sous forme liquide, est plus facile à épandre. Il est plus riche en azote ammoniacal qu'un fumier et me permet de palier les faims d'azote. Je n'ai plus de stockage de fumier et pas de contraintes d'épandage puisque c'est quelqu'un d'autre qui s'en charge, tout en préservant mes sols. C'est donc aussi un gain de temps. » Dans les détails, s'il y a surcoût de l'opération d'épandage, l'EARL en prend la moitié à sa charge.

Les projets de méthanisation sont assez florissants dans ce secteur puisqu'un plus gros projet devrait voir le jour sous trois ans. Une SAS s'est ainsi constituée, forte de 17 exploitations, dont l'EARL Descamps pour un projet de méthanisation commun de grande envergure.

lement freiner le bon développement du CV.

D'où l'intérêt d'apporter le PRO dans un CV développé parce que l'enracinement du CV est déjà descendu et sera faiblement impacté en surface s'il y a des limitations en azote.

En conclusion, il est déjà important de se poser beaucoup de questions: qu'est-ce que j'attends de l'apport de matières organiques? Où en suisje dans ma démarche d'AC? Où en est mon sol, quel est son niveau organique? Est-il



Sébastien Paineau, Sarthe: de l'organique en localisé: une approche très intéressante

L'exploitation de la famille Paineau ne comporte plus d'élevage, à l'époque, des volailles, « S'il v avait bien un point positif à cet élevage, c'étaient les effluents produits », analyse Sébastien Paineau. Celui-ci a donc cherché à retrouver ce type de produits organiques et, depuis deux ans, il épand des composts de fumier de volaille. Étant en SDSC, il épand sur culture en place, principalement sur fétuque porte-graines. « Le compost aide à l'évolution des résidus très carbonés de cette culture », observe Sébastien.

Mais le jeune SDiste a un deuxième mode d'usage de produits organiques. Cela fait plusieurs années qu'il teste la fertilisation localisée et plutôt que d'utiliser des engrais chimiques classiques (type DAP), il a décidé de s'orienter sur le localisé de produits organiques. Son choix s'est porté sur des farines de viande en bouchons, tout simplement parce qu'il en a eu l'opportunité il y a trois ans et à prix raisonnable. Pour lui, les avantages sont les suivants: « Étant en zone vulnérable, cela me permet de rester conforme à la réglementation pour les implantations d'automne où je ne peux pas utiliser, par exemple, du DAP. Avec l'organique, cela devient possible. En plus, c'est un produit concentré en phosphore, ce que je recherche en localisation. Ensuite, ce sont des produits beaucoup moins agressifs pour le matériel et moins hygroscopiques, donc plus faciles d'usage: ils ne sont pas corrosifs et ne se prennent pas en masse. Enfin, d'un point de vue purement agronomique, je trouve que ce sont des produits plus en phase avec l'AC: lors de leur dégradation, on peut voir se développer tout un tissu mycélien autour des granulés, ce qui me semble très intéressant dans cette zone proche des jeunes racines. Et je n'ai jamais observé cela avec du chimique! » En trois ans d'utilisation de cette technique, que ce soit sur culture d'automne ou de printemps, le rendu est, en moyenne, positif avec, en comparaison avec une fertilisation chimique classique localisée, des rendements au moins aussi bons, voire meilleurs parfois. « Par contre, complète Sébastien, il ne faut pas rechercher dans ce produit un effet starter. C'est un produit qui a une action plus diffuse. » Dommage qu'aujourd'hui, ce type de produit soit beaucoup moins accessible, déjà par un coût multiplié par deux en un an. Sébastien a bien encore un peu de stock mais seulement pour une partie de ses cultures d'été. L'idée est donc très intéressante mais il va falloir trouver une autre source.

capable de « digérer » ce que je pourrais lui apporter? À quels PRO ai-je accès? Quels sont leurs caractéristiques, leurs avantages et leurs défauts? Il semble évident qu'il faut utiliser des PRO car ils sont, à terme, une source supplémentaire de minéralisation. Les premiers des PRO à utiliser sont, sans conteste, les résidus de culture et les couverts vé-

gétaux qui assurent un entretien régulier de l'activité biologique du sol. Mais une seule et même source organique ne peut assurer l'ensemble des fonctions recherchées (physiques, chimiques et biologiques). Il n'y a donc pas un PRO pour chaque réponse. Donc, des couverts tout le temps et, surtout lorsque le sol est en transition et n'a pas enFaut-il donc apporter des PRO en AC?

Oui, tout d'abord parce qu'avec les PRO, on augmente le retour organique, on a cet effet booster sur l'activité biologique et la structuration du sol. C'est le moyen d'apporter une fertilisation complémentaire et globale. Mais il faut absolument accepter le fait qu'on nourrit d'abord le système et que le temps de retour minéral pour les cultures est forcément long. Il faut aussi déterminer où on en est de la réorganisation de son système. Contrairement aux idées reçues, il faut plutôt aller chercher plus d'azote facilement disponible pour compenser le manque de minéralisation induite par des couverts importants et la réduction ou suppression du travail du sol. Une fois que l'autofertilité a évolué, il est alors possible d'utiliser des PRO plus carbonés. Par exemple, apporter un fumier pailleux alors que le couvert est une moutarde ligneuse et vous courrez à la catastrophe. Il faut savoir homogénéiser l'alimentation de la biomasse microbienne. Il faut enfin accepter de ne pas être précis dans ses calculs de fertilisation mais, par contre, bien penser à « fermer le système » par les cultures, les couverts et la limitation du travail du sol. Avec les PRO en AC, on cherchera plus, comme pour les couverts, à développer l'autofertilité que d'essayer d'avoir une économie précise de fertilisation. Soyez toujours pessimistes sur le retour minéral des PRO!

core un fort niveau organique, des apports de PRO en quantité, variés. Mais notre conseil: plutôt de nature fertilisante au départ car des PRO trop carbonés auront tendance à freiner la progression de votre système. Il sera ensuite temps d'apporter plus de carbone au sol via des PRO plutôt amendants comme les composts jusqu'à pouvoir même s'en passer. L'objectif est toujours d'arriver, en moyenne, à une autonomie, notre fameux VAF où le système n'a plus besoin d'aide extérieure. Et puis, un dernier conseil: il est illusoire de penser qu'on peut piloter avec précision une fertilisation avec des PRO. Grâce à eux, on nourrit mieux son système, on progresse vers l'autofertilité mais on ne peut prévoir avec exactitude ce qu'ils apportent vraiment et quand, car leur fonctionnement dépend de beaucoup trop de paramètres, en premier lieu, le climat.

Cécile WALIGORA et Frédéric THOMAS, avec les collaborations de Christophe BARBOT (CA du Bas-Rhin), Thierry MORVAN (Inra de Rennes) et Bernard NICOLARDOT (AgroSup Dijon)

Régulièrement, nous traitons du sujet des matières organiques du sol (MOS) dans la revue TCS. Voici trois dossiers récents à revisiter:

- TCS 46 de janvier/février 2008 « Les MOS: identité, évolution et effets de l'AC »
- *TCS* 58 de juin/juillet/août 2010 « Les MOS : couvrir et produire pour les protéger et les enrichir »
- TCS 67 de mars/avril/mai 2012 « MOS: stocker le carbone n'est pas une fin en soi »

NOUVEAUTÉ PRINTEMPS 2013



NOUVELLE CUVE

- 3 cuves distinctes dont 2 modulables 50% / 50% - 33% / 66%
- Possibilité d'appliquer 1-2 ou 3 produits différents à doses différentes
- Trémie sous pression, pour pousser plus loin et plus fort de gros volumes.





DISTRIBUTION

+ de déhit

Très large gamme de réglage Construction en acier inoxudable Très faible consommation électrique DPA électronique avec prise de vitesse

visitez notre site www.eco-mulch.com

Les Avrils - 45290 Nogent Vernisson

Tél.: 02 38 97 01 78 • Fax: 02 38 97 73 29 • e-mail: etienne.bazin@eco-mulch.com Les caratéristiques et les informations de nos matériels sont données à titre indicatif et ne peuvent nous engager Nous nous réservons le droit de les modifier sans préavis