



RECHERCHE ET EXPÉRIMENTATION

Le « bois raméal fragmenté » Un outil pour doper les sols en matières organiques

Stabilité structurale des sols, rétention en eau, stockage de nutriments, activation biologique... Les matières organiques, et tout particulièrement l'humus, sont un pilier majeur des systèmes de production durables. Le manque de matières organiques stables dans les sols, ou plutôt leur disparition progressive, est au cœur de la problématique économique et environnementale de l'agriculture, mais également l'un des principaux freins à la réussite des techniques de conservation des sols. Bien sûr, la simplification, en réduisant la fragmentation et l'oxygénation de la couche arable, est un moyen direct d'éviter une consommation excessive de matières organiques. Cependant réduire leur consommation n'est pas synonyme de croissance. De plus, même si la pratique des couverts végétaux en interculture ou encore la diversification des rotations permet d'augmenter et de diversifier la biomasse produite sur l'année, les taux de matières organiques progressent parfois trop peu ou trop lentement. En réponse à cette problématique, une technique canadienne, faisant appel aux ressources forestières et bocagères, pourrait apporter des solutions.

Au Canada, l'abondance des déchets issus de l'industrie forestière a suscité des recherches sur leur utilisation en agriculture comme amendement organique, et a donné des résultats intéressants tant en termes de structure des sols que de fertilisation, et plus récemment encore en termes de lutte intégrée. Le principe est simple : un broyat de branches d'arbres de faible diamètre (bois raméal fragmenté ou BRF) est épandu frais, puis incorporé aux premiers centimètres de sol. Depuis 2002, en Belgique, des essais sont réalisés au Centre des technologies agronomiques de Strée, et concernent sept hectares. Dans ce cadre, le BRF a montré un intérêt tant agronomique qu'environnemental. Il apparaît comme un outil essentiel dans la gestion des problématiques actuelles que sont la lutte contre l'érosion, la rétention des nitrates, la biodiversité et la fertilité biologique des sols. Cette solution simple a également l'avantage d'être économique, puisque la matière première peut être produite sur l'exploitation ou récupérée dans l'environnement proche.

Stimuler la vie du sol

En stimulant fortement la vie du sol, le BRF joue un rôle essentiel dans son amélioration et la lutte contre son érosion. Après incorporation, le BRF est rapidement colonisé par les micro-organismes du sol. Les pionniers sont les champignons qui se nourrissent de la cellulose et de l'hémicellulose.



Broyage de déchets forestiers.

Grâce aux enzymes puissants qu'ils sécrètent dans la solution du sol, ils sont les seuls capables de dégrader la lignine. Le résultat est une structuration rapide et efficace de l'horizon de surface par les champignons : tissage du sol par les hyphes, filaments blancs qui constituent le corps des champignons et peuvent représenter 50 % à 60 % de la biomasse vivante dans le sol hors racines, mais également production de substances collantes telles que la glomaline.

Au-delà d'une simple activité fongique, le processus de décomposition des BRF profite à l'ensemble de la vie du sol et stimule ainsi tous les réseaux alimentaires, depuis les bactéries jusqu'aux plantes en passant par les vers de terre et les insectes. L'accroissement de l'activité biologique permet une



structuration active du sol. On estime que 80 à 90 % de l'effet des matières organiques sur la structure des sols est lié à la biostimulation, et cet effet est d'autant plus fort que l'on apporte des matières organiques fraîches telles que les BRF.

Outre les champignons dont l'action est effective sur plusieurs années, au cours des six premiers mois les bactéries et actinomycètes (champignons primitifs) produisent des substances collantes qui améliorent la structure du sol. La pédofaune joue ensuite un rôle important en broutant les champignons et en triturant le sol et la matière organique. Parmi ces organismes, les lombrics participent grandement à la création d'une macroporosité dans le sol et à l'infiltration de l'eau.

La synthèse d'humus

Dans un deuxième temps, la digestion du BRF par la vie du sol engendre la formation d'humus en grandes quantités. Le rôle de l'humus dans la formation d'agrégats stables est bien connu, il est un facteur essentiel de la stabilité des sols à long terme, de leur fertilité et de leur capacité à stocker l'eau et les nutriments. Les essais réalisés en grandes cultures en Belgique ont montré que 1 m³ de BRF produisait 75 kg d'humus, soit 7,5 t/ha d'humus pour un apport de 100 m³, qui se formera dans un délai de deux ans après incorporation ! On estime qu'un tel volume correspond à dix ans d'apport de fumier. Cette croissance d'humus peut également être réalisée par un apport de compost de déchets verts,

Érosion

Lutter en amont et non en aval

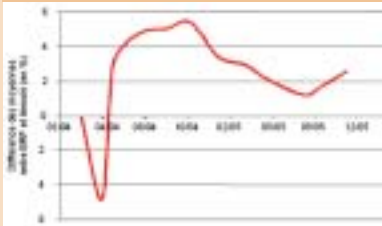
Dans le cadre de la lutte contre l'érosion, une part des mesures qui sont aujourd'hui proposées aux agriculteurs sont en fait des dispositifs « anti-boues » : bandes enherbées et haies disposées en bout de parcelles. Si les mesures curatives peuvent être utiles, une mesure préventive telle que l'épandage de BRF permet d'agir sur le problème à la base, tout en étant économique et en ayant des retombées positives en termes de conduite des cultures. En augmentant significativement et rapidement le taux d'humus d'une terre, on agit préventivement sur l'érosion. C'est, en tout cas, ce qu'a montré une expérience

réalisée en Belgique, à Court-Saint-Étienne : sur 17 ans, une augmentation de 1 % du taux d'humus a permis de ramener l'érosion à 25 % de son niveau initial. Avec les doses maximales de fumier autorisées, il faudrait un demi-siècle pour augmenter le taux d'humus d'une terre de 1 %. Peut-on se permettre d'attendre si longtemps avant de résoudre un problème d'érosion ? Restera-t-il encore du sol après cinquante ans ? En utilisant des doses de BRF plus faibles que dans les expériences canadiennes (100 m³ au lieu de 200 à 300 m³), il semble possible d'atteindre ce résultat en moins de dix ans.

BRF, matières organiques et gestion de l'eau

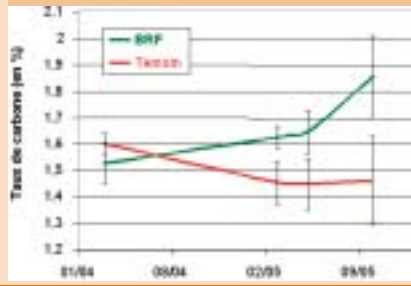
Suite au changement climatique, la gestion de l'eau devient une préoccupation majeure en Europe. À ce titre, le BRF est un outil intéressant qui agit à deux niveaux. Dans un premier temps, il absorbe et stocke physiquement des grandes quantités d'eau : à raison de 350 l par m³ de BRF, la réserve utile est augmentée de 3,5 mm pour un apport classique de 100 m³. Cette capacité de stockage reste constante pendant un an, avant de diminuer au rythme de la dégradation des copeaux. Elle est peu à peu remplacée par la capacité de stockage d'eau de l'humus.

Augmentation de l'humidité du sol en % sur poids sec suite à un apport de BRF de 200 m³/ha



Source : B. Noël

Évolution du carbone dans le sol



Source : B. Noël

D'autre part, si ce matériau est très riche en carbone, c'est principalement sous forme de lignine relativement peu polymérisée, de cellulose et d'hémicellulose. Avec 75 kg de carbone par m³ (ou 225 kg/t), le BRF présente un C/N de 50, alors que le bois de tronc présente un C/N de 500. Schématiquement, on pourrait dire que le BRF est dix fois plus riche en azote que le bois de tronc, et cette propriété le rend très accessible pour les micro-organismes décomposeurs. Cela explique l'augmentation rapide de la température (jusqu'à 70 °C à 80 °C) quelques jours après la mise en tas des copeaux. Si cet azote n'est pas directement disponible pour les cultures, il représente tout de même 180 unités pour un apport de 100 m³ qui seront capitalisées dans le sol et remises à disposition des cultures au fil des années.

Gérer la fertilisation azotée suite aux épandages de BRF

L'épandage de matière riche en carbone peut faire craindre une faim d'azote pénalisant durablement les cultures. En effet, malgré un C/N modéré de 50, le BRF immobilise puissamment l'azote en raison du développement très intense de l'activité biologique. Ce phénomène d'immobilisation dure environ un an après l'incorporation du BRF. Ensuite, malgré des reliquats réduits au minimum (10 à 30 UN sur 90 cm), l'azote est fourni aux plantes par des canaux biologiques. Rappelons que les 7,5 t/ha d'humus formés grâce à un apport de 100 m³ de BRF contiennent environ 300 unités d'azote, dont 180 unités proviennent directement du BRF ! L'azote

Matières organiques Booster les sols

Pour « booster » les sols en humus stable, il faut apporter de grandes quantités de carbone, c'est-à-dire des matériaux à fort C/N. La conservation des résidus de culture est intéressante à ce titre mais pas suffisante. Par exemple, les pailles de blé (C/N de 110) représentent rarement plus de 3-4 t/ha en matières sèches, soit seulement 1,5 t/ha de carbone. Une telle quantité ne permet d'augmenter le taux d'humus que de quelques centaines de kilogrammes par hectares et par an. De plus, les pailles sont bien souvent exportées pour leur valeur marchande, ou encore se décomposent mal en raison de la présence de fongicides sur les résidus. Si les pailles passent par l'élevage et que le fumier est composté, il y a perte de carbone au cours de la mise en tas. Il en subsiste suffisamment pour maintenir le capital humus, mais pas assez pour l'accroître.

L'apport de carbone sous forme d'épandages de composts industriels est une autre solution. Cependant les volumes produits disponibles sont et resteront insuffisants pour satisfaire l'ensemble des producteurs, tandis que les coûts de transports et de production peuvent être élevés. Encore une fois, le compostage entraîne des pertes estimées à deux tiers du carbone présent.

mais on profite avec le BRF d'une stimulation plus forte de l'activité biologique dans le sol.

Nutrition des plantes

Du point de vue de la nutrition du sol et des plantes, le BRF possède des atouts et peut s'associer à d'autres types de fertilisations. En complément des épandages d'effluents animaux, le BRF est un moyen intéressant pour compenser le faible C/N de certains produits. En outre, l'une des principales qualités du BRF dans un contexte de carences avérées de beaucoup de sols en éléments minéraux dits « mineurs », est d'apporter un complément alimentaire économique. Les arbres dont ils sont issus sont allés chercher dans les couches profondes du sol l'ensemble des éléments qui sont remis à disposition des plantes et de l'activité biologique. On estime que 75 % des nutriments de l'arbre se trouvent dans les branches de moins de 7 cm de diamètre.



Récolte d'échantillons sur parcelle de froment traité au BRF.

McCONEL GARANTIE 3 ANS

% : Ua a Y Wa d „ hY
XY & z+ S { ; ' a „ hfYg

& 6fc nYi f

' @la JYf

(8 fWa dUMYi f

%



RECHERCHE ET EXPÉRIMENTATION

organique contenu dans l'humus n'est pas lessivable, ce qui diminue grandement les pertes et les pollutions.

En ce qui concerne les 120 unités restantes, elles sont issues de la préemption d'une partie de l'azote du sol. Ce prélèvement d'azote est calculable. On peut donc bénéficier des multiples avantages du BRF sans compromettre ses rendements. En effet, dans le cadre des expériences réalisées en Belgique, a été établie une loi qui permet de prévoir de façon précise l'immobilisation de l'azote. Au cours de la première année après incorporation, les champignons immobilisent une part de l'azote minéral disponible (engrais, reliquats, minéralisation des matières organiques et des effluents d'élevage). Cette proportion équivaut à 25 % de base + 8 % par dose de 100 m³/ha de BRF : si l'on incorpore 100 m³/ha de BRF, on doit donc s'attendre à une immobilisation de 33 % de l'azote minéral présent ou apporté, et de 41 % pour 200 m³/ha de BRF. De manière plus simple, et pour de faibles apports en interculture, on peut calculer l'immobilisation en fonction de l'humus formé : 1 unité d'azote est prélevée par l'humification de 1 m³ de BRF.

BRF et légumineuses, le tandem gagnant

Afin d'éviter la surfertilisation de la première année, un itinéraire prometteur est l'incorporation de BRF avant légumineuse, sans ajout d'azote. Des essais réalisés en Belgique ont montré qu'en une seule année, un trèfle avait apporté suffisamment d'azote pour compléter l'apport du BRF et profiter à la culture suivante. Le système est d'autant plus efficace que les légumineuses n'apportent de l'azote gratuitement que si elles y sont contraintes : soit par les prélèvements azotés d'une culture associée, soit par un apport de carbone dans le sol (cas du BRF). De plus, un autre essai belge sur luzerne a montré que le BRF défavorisait les adventices nitrophiles (chénopodes, camomilles...) tout en augmentant les rendements et les prélèvements en azote de la culture.

Le BRF, une ouverture vers la lutte intégrée

Au-delà de la simple structuration et de la nutrition des cultures, de nouveaux résultats semblent particulièrement intéressants pour les systèmes en agriculture durable, notamment en ce qui concerne la gestion des maladies fongiques et des adventices. Pour les maladies, il semble que le développement massif de champignons décomposeurs assure un meilleur équilibre des espèces présentes et permet une régulation naturelle des champignons pathogènes.

Nutriments présents dans le BRF

Éléments	En kg/m ³ de BRF
N	1,8
P205	1,8
K20	1,7
CaO	7,0
MgO	1,7

Source : CTA, B. Noël



Luzerne sans herbicides protégée par BRF. Les rendements sont équivalents à 170 % du témoin.



Luzerne témoin envahie d'adventices.



Incorporation du BRF au rotolabour.

BRF, mode d'emploi

Suite aux recherches canadiennes, on sait que le BRF idéal est issu de branches de moins de 7 cm de diamètre, d'essences de feuillus, broyées fin et épandues directement. Toutefois, dans le contexte des grandes cultures, les essais réalisés en Belgique montrent que les mécanismes demeurent identiques pour différents mélanges d'essences, broyées plus ou moins grossièrement et comprenant des branches de calibre plus important. Ce matériau moyen, qui est celui dont les fermiers peuvent disposer, peut être stocké en tas, de quelques jours à quelques mois. Ces résultats montrent qu'il y a bien une continuité entre BRF et composts de déchets verts. De plus, cette phase de précompostage permet l'ensemencement en organismes décomposeurs.

Épandage et incorporation

Comme pour toute intervention avec du matériel lourd, il est préférable d'épandre sur sol portant afin de limiter le tassement : soit après récolte directement sur les chaumes, soit en hiver sur sol gelé. L'épandage doit être régulier pour éviter un cumul de copeaux qui immobiliserait localement l'azote. À ce titre, un épandeur à fumier avec répartiteur à plateaux convient très bien. Une astuce : lorsque l'on tourne en bout de champ, arrêter le tapis en laissant les disques tourner permet d'éviter de casser le boulon de sécurité si un morceau de bois est coincé.

L'incorporation peut se faire juste après l'épandage ou lors des préparations de surface classiques avant implantation. Parmi les outils testés, le rotolabour

Du BRF contre les maladies fongiques

Konrad Schreiber de l'association Base (Bretagne, agriculture, sol et environnement) et Camille Gillard, étudiante à l'université Bordeaux I, mènent depuis deux ans des essais de BRF dans le centre de la Bretagne. Les six hectares de l'essai sont situés chez un agriculteur en semis sous mulch depuis dix ans, avec une rotation classique maïs – blé – colza/lin. Avec un apport annuel de 100 m³ par hectare et par an, il a mesuré l'évolution de divers paramètres.

Au niveau structural, la porosité utile est passée en deux ans de 35 % à 38 % (contre 18 % en conventionnel) et l'état de surface a été amélioré. La dynamisation de l'activité biologique a également permis une augmentation du pH qui est passé de 6,6 à 7. En termes de fertilisation, Konrad Schreiber estime à 50 % la réorganisation des reliquats d'azote minéral. S'il n'a observé aucun problème de faim d'azote après colza ou lin, l'apport de BRF sur cannes de maïs broyées peut créer des problèmes : la richesse en carbone des résidus de maïs ne nécessite sans doute pas un apport aussi massif.

Les résultats les plus intéressants de l'étude concernent la phytoprotection du blé. Un itinéraire technique classique a été comparé à un itinéraire sur BRF sans fongicide, avec des variétés productives et sensibles (Charger et Orventis). Le niveau de maladie est le même pour les deux itinéraires, et l'on ne trouve pas trace de mycotoxines dans l'itinéraire sur BRF. En termes de rendements, l'itinéraire classique n'apporte que 5 %, ce qui ne rembourse pas la protection fongicide. La limitation des maladies fongiques peut s'expliquer par plusieurs facteurs. En premier lieu, le développement massif de champignons décomposeurs crée une compétition pour l'espace, l'eau et les nutriments limitant le développement des champignons pathogènes. Ensuite, la dynamisation de l'ensemble de l'activité biologique peut favoriser les consommateurs ou les parasites des pathogènes. Enfin, il a été montré que les apports de matières ligneuses peuvent activer des gènes de résistance chez la plante. Avec le semis direct et les BRF, Konrad Schreiber estime que l'on peut se diriger très rapidement vers une agriculture organique dans laquelle les mécanismes naturels pourraient remplacer une partie des intrants. **Pour plus de renseignements, ou si vous souhaitez participer aux essais (région de Vitré-Fougères) : contactez Konrad Schreiber au 06 77 96 05 26.**

combiné à un décompacteur « pattes d'oies » fonctionne bien. Avec une intervention perpendiculaire à l'épandage, un tel combiné permet de décompacter les traces de l'épandeur et d'incorporer parfaitement en un seul passage. Avec un outil à dents il faut généralement plusieurs passages pour achever le travail. L'incorporation à 10 cm est recommandée dans

Calcul La compensation azotée pour la première année

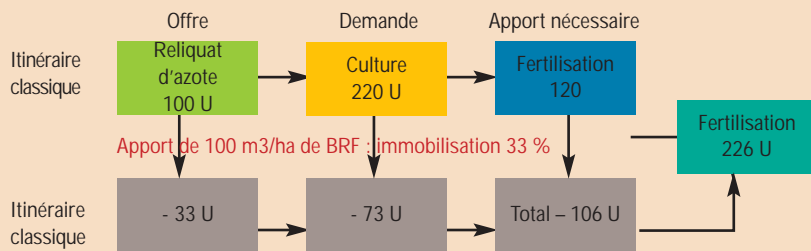
Pour calculer la dose d'azote à apporter pour compenser la réorganisation, on fait le bilan de l'offre et de la demande sur lequel on retire les 33 % immobilisés par le BRF. La quantité obtenue est le complément d'azote à apporter sous forme organique ou minérale. Dans l'exemple ci-contre, on part sur

une culture qui demande 220 unités d'azote, avec un reliquat de 100 unités. En l'absence de BRF, la dose à apporter est donc de 120 unités. Avec 100 m³ de BRF, on provoque l'immobilisation de 33 % du reliquat mais également 33 % de la dose nécessaire à la culture. La dose complémentaire

d'azote est d'environ 100 unités, qui ne sont pas perdues mais « mises en banque » en attendant le retour sur investissement dès l'année suivante.

Le calcul exact pour un apport de 100 m³/ha est le suivant :

N engrais à apporter = N culture / (1 - 0,33) - N reliquat



poration profonde (10 cm) la première année avant de réduire ou de supprimer le travail du sol.

Pour ceux qui désirent uniquement réduire les reliquats d'azote, un itinéraire particulièrement efficace et simple consiste à épandre le BRF à la dose de 1 m³/unité de reliquat. On profitera alors des déchaumages pour l'incorporation du BRF sans opérations supplémentaires. Le BRF permettra ensuite de fixer dans l'humus les grandes quantités d'azote qui se minéralisent suite au travail du sol et aux conditions climatiques en fin d'été. Cette méthode limite les pertes d'azote qui se retrouvent séquestrées dans l'humus.

Semis

Le semis, après une incorporation correcte du BRF ne pose aucun problème particulier, y compris le jour même, et peut être réalisé avec un semoir ordinaire. D'autre part, aucune phytotoxicité n'a été constatée pour aucune culture. Dans les situations de semis direct, si l'activité biologique est dynamique et le sol organisé, le BRF pourrait sans doute être apporté en surface sans incorporation.

Face à la raréfaction des matières organiques et à la diminution de l'activité biologique, l'épandage de BRF ou autres broyats de déchets verts ligneux, est une piste intéressante et économique de valorisation du carbone organique de proximité. L'outil est d'autant plus intéressant que l'inévitable faim d'azote liée au carbone est mesurable et prévisible et n'est plus un obstacle à la réussite. La rapidité d'action est également un aspect très positif pour réorganiser rapidement les sols au niveau physique, chimique et biologique, afin de passer sereinement aux TCS et au semis direct. Le seul bémol que l'on puisse apporter à cette technique est qu'elle arrive aujourd'hui presque trop tard : dans les années à venir, avec la raréfaction du pétrole et la recherche d'autres sources d'énergie, il pourrait exister une concurrence entre le « carbone amendement » et le « carbone énergie ». Un seul conseil : dopez vos sols maintenant et plantez des haies !

Matthieu ARCHAMBEAUD

et Benoît Noël, ingénieur agronome, fondateur de l'organisation AGGRA (www.aggra.org) et responsable du Projet BRF au CTA (www.ctastree.be)

1 Essais soutenus par la Direction générale de l'agriculture, ministère de la région wallonne.

Réglementation et concurrence énergétique

Les apports de carbone organique, qu'il s'agisse de broyats ou de composts, sont un élément clé pour la restauration de la structure et de la fertilité des sols agricoles. Il est cependant nécessaire de rappeler qu'en France les épandages de biomasse sont soumis à réglementation. Premièrement, ils ne sont autorisés qu'après hygiénisation. À cet égard, une mise en tas pendant une dizaine de jours est nécessaire (NDLR : après quatre jours, un tas de BRF atteint 70 °C) et provoque une montée en température suffisante (65 °C-70 °C). D'autre part, le compostage en bout de champ est uniquement autorisé pour des quantités n'excédant pas 10 tonnes par jour et par exploitation de produits finis (NDLR : 3650 t de BRF par exploitation et par an, soit la possibilité

de traiter environ 1 000 ha). Au-delà, les matières organiques doivent nécessairement passer par une plate-forme de compostage agréée.

Au-delà de l'aspect réglementaire, les apports de carbone dans les sols soulèvent également la problématique de la concurrence avec la filière énergie. Avec le développement des énergies renouvelables, la filière bois et déchets risque fort d'être réorientée dans les années à venir vers la production d'énergie, augmentant ainsi le prix des ressources forestières sinon les quantités disponibles.

Denis Bougoin, agriculteur, responsable secteur ouest de la filière biomasse et compost chez Véolia-Propreté

les itinéraires classiques et permet de « booster » la vie du sol et d'accélérer l'humification du BRF, induisant par conséquent une forte immobilisation d'azote. Avec la simplification du travail du sol, l'incorporation est moins profonde voire absente, ce

qui retarde ou diminue l'activation biologique mais réduit la faim d'azote dans les mêmes proportions. C'est pourquoi, dans les situations de transition où l'activité biologique est faible et le sol pas encore réorganisé, il est préférable de procéder à une incor-

QUI SUIS-JE?

- Mon premier est un célèbre déchaumeur à disques indépendants.
- Mon second est un module de semis pneumatique qui se fixe en moins de 15 minutes sur mon premier.
- Mon tout est un outil polyvalent que je pourrai utiliser pour mes travaux de déchaumage et de semis.

Contactez-nous:
Tel: 02.38.97.01.78,
02.48.61.45.55,
Fax: 02.38.97.73.29,
02.48.61.31.84.

ECO-STAR II:

Le DGPS nouvelle génération

- ✓ Encore plus précis.
- ✓ Encore plus complet.
- ✓ Possibilité d'évolution vers le guidage automatique.
- ✓ Du matériel professionnel à un prix extrêmement compétitif.

Contactez-nous:
Tel: 02.48.61.45.55,
02.38.97.01.78,
Fax: 02.48.61.31.84,
02.38.97.73.29.

Réponse : Le "Combi-Drill" d'Eco-Mulch disponible en 3m et 4m26.