

Pourquoi utiliser du BRF

Partout, le constat général est le même : les taux d'humus décroissent sur les terres de culture et l'érosion s'y accroît.

Ceci s'explique par les chiffres du bilan humique de l'agriculture intensive :

Exemple : conditions tempérées - un sol limoneux - 2,5% d'humus - cultivé intensivement (labour, outils animés, déchaumages,...)

=> Perte annuelle = 2 tonnes d'humus

Apports disponibles :

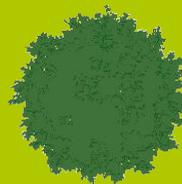
— Apport des chaumes et engrais verts = 500 kg d'humus/ha.an

— Apport du fumier à la dose maximale autorisée = 1200 kg d'humus/ha.an

Afin de compléter ce bilan déficitaire quels sont les solutions agricoles ?

1° diminuer les pertes annuelles par le non-travail : semi direct ou prairie permanente

2° Augmenter les apports : **agroforesterie et BRF**



Quels volumes de BRF faut-il ?
La part de la SAU consacrée à cette production est-elle réaliste ?

Exploitation	Volume annuel de BRF/ha	Part de la SAU pour le produire
Sans élevage	20 m3	20,00%
Avec élevage	10 m3	12,00%



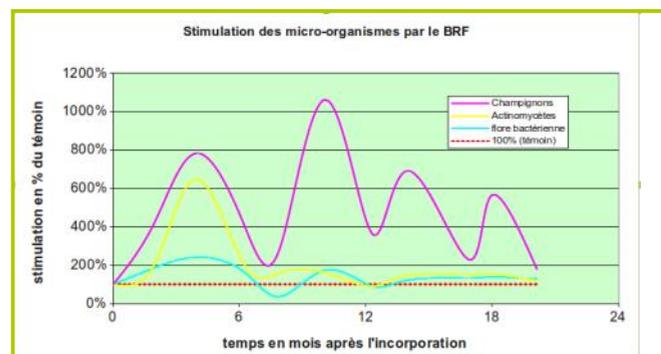
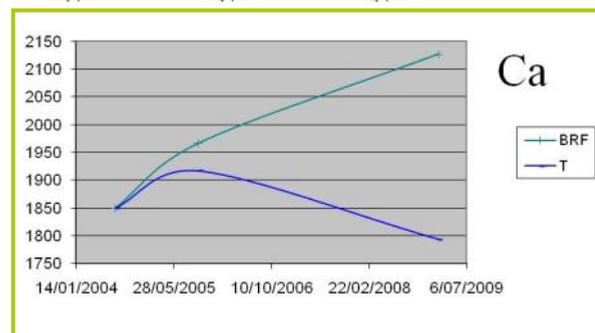
Le BRF et le sol

Le meilleur des amendements

Les analyses de sols régulièrement traités au BRF montrent que le BRF apporte tout ce qu'il faut pour structurer un sol :



- forte stimulation de la vie du sol (X10 sur les champignons) ;
- apport massif d'humus (75 kg/m3 de BRF) ;
- apport majeur en Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺, éléments essentiels des liens argilo-humiques.



Mieux gérer l'azote

Théorie

Suite à l'apport de BRF, le carbone augmente très rapidement. L'azote total dans le sol suit la même progression, en effet l'humus contient 10 fois plus d'azote que le fumier. L'humus est un stock d'azote.

L'immobilisation d'azote dans les 10 premiers cm du sol peut être utile à l'agriculture : récupération de pertes, amélioration de l'effet d'une légumineuse,...

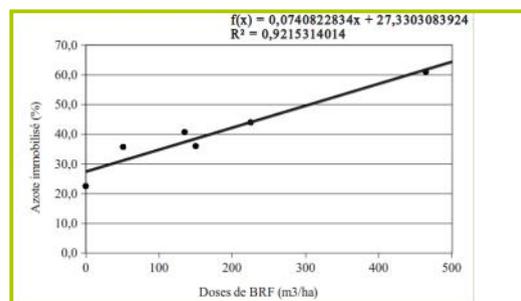
L'effet de l'immobilisation d'azote suit des règles précises et bien connues qui permettent de le prévoir à quelques unités d'azote près. Cette maîtrise en fait un outils au service de l'agriculture.

Ces règles se déclinent en 2 étapes : réorganisation par la vie du sol et stockage dans l'humus.

1° Réorganisation de N :

Dès que le BRF est incorporé, il stimule un intense développement de la vie du sol, au plus on apporte du BRF, au plus la vie est stimulée, au plus elle capte et réorganise de l'azote. Les champignons et les autres micro-organismes du sol captent l'azote minéral et le transforment en azote organique. Ce phénomène est connu depuis longtemps des agronomes, sans apport de BRF un sol agricole réorganise environ 1/4 de l'apport d'engrais.

Dans le cas d'un apport de BRF, l'équation est la suivante :



$$R (\%N \text{ réorganisé}) = 27 \% + 7,5\% \times \text{Nbr de cm de BRF apporté}$$

Donc la réorganisation globale est la suivante :

Apport de BRF	%N réorganisé
1 cm = 100 m3/ha	34,5% de l'azote (engrais + minéralisation)
2 cm = 200 m3/ha	42% de l'azote (engrais + minéralisation)
3 cm = 300 m3/ha	49,5% de l'azote (engrais + minéralisation)
4 cm = 400 m3/ha	57% de l'azote (engrais + minéralisation)
5 cm = 500 m3/ha	64,5% de l'azote (engrais + minéralisation)

2° Stockage de N :

En conditions tempérées, le BRF mélangé au sol se décompose en 1 an et demi.

Nous avons vu qu'à ce terme, un m3 de BRF produit 75 kg d'humus qui contiennent 3 kg d'azote. Or, ce m3 de BRF ne contenait que 1,8 kg d'azote.

Donc, au cours du processus d'humification, **le BRF a capté 1,2 kg d'azote/m3** en provenance d'autres sources (engrais, effluents, minéralisation,...).



Pratique

Dans la pratique la prise en compte de l'effet du BRF sur l'azote est une affaire de dose :

Apport de 10 ou 20 m³ de BRF/ha.an en moyenne :

Ces doses permettent tout au plus le maintien d'un taux d'humus minimum. Dans ces conditions, au terme du bilan, tout l'humus formé par le BRF sera dégradé et l'azote présent dans le BRF sera d'abord stocké dans l'humus, puis minéralisé et transféré à la solution du sol. **Ceci représente donc un apport net de 18 à 36 kg d'azote/ha.an** (probablement déjà pris en compte dans le bilan, au poste « minéralisation de l'humus »).

Apport de 50 m³ de BRF/ha.an en moyenne :

Cette dose va occasionner une lente augmentation du taux d'humus jusqu'à un nouvel équilibre situé entre 4 et 5 %. Une fois ce nouvel équilibre atteint, le comportement sera semblable au cas précédent, le BRF constituera cette fois un apport net de 90 kg d'azote/an au système et la fertilisation pourra être réduite en conséquence.

Toutefois, durant la période avant l'équilibre (qui peut durer 10 à 20 ans), de l'azote sera stocké dans l'humus.

Si le BRF est apporté régulièrement, cette séquestration sera toutefois sans grand effet, le stockage d'azote étant du même ordre de grandeur que les pertes annuelles par lessivage (60 kg de N/ha.an).

Ce stockage correspond donc à la récupération de pertes et il ne doit pas forcément être compensé. Par sécurité, on pourra toutefois légèrement augmenter la première dose, au printemps (par exemple apporter 75 UN au lieu de 50 UN).

Apport de doses supérieures ou irrégulières (beaucoup en une fois, puis plus rien pendant plusieurs années) :

De tels apports peuvent être intéressants soit pour agir très rapidement sur un problème d'érosion en stimulant la vie du sol et en recréant de l'humus ou également lorsque l'on souhaite exploiter l'effet d'immobilisation de l'azote.

Dans ce cas, il faudra donc tenir compte de l'effet azote :

L'humification du BRF dure 1 an et demi, l'effet sur l'azote peut donc jouer sur deux années de culture.

La première année, on prend en compte la réorganisation de l'azote afin de calculer la dose qui permet de fournir la quantité d'azote voulue à la culture :

$$N \text{ culture} + N \text{ réorganisé} = N \text{ engrais} + N \text{ minéralisé}$$

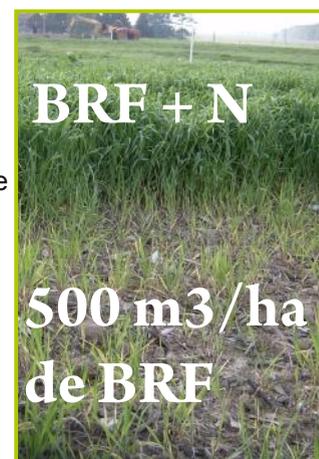
$$N \text{ réorganisé} = R (N \text{ engrais} + N \text{ minéralisé})$$

On peut donc calculer que : **$N \text{ engrais} = (N \text{ culture} - (1-R) \cdot N \text{ minéralisé}) / (1-R)$**

Prenons l'exemple d'un apport de 200 m³/ha, d'une culture qui exporte 200 UN, d'un sol contenant 2,5 % d'humus qui minéralise donc 100 UN, l'apport en engrais nécessaire serait donc :

$$N \text{ engrais} = (200 \text{ UN} - (1-0,42) \cdot 100 \text{ UN}) / (1-0,42) = 244,8 \text{ UN la première année.}$$

Afin de calculer l'apport compensatoire de la deuxième année, nous considéreront le bilan car nous savons qu'au terme de la deuxième année de culture, tout le BRF aura été transformé en humus et que ce processus aura stocké **1,2 kg de N/m³ de BRF**.



Dans l'exemple précédent, il faudra donc avoir apporté à ce terme :

$N_{BRF \text{ année 1 et 2}} = 1,2 \text{ kg} \times 200 \text{ m}^3/\text{ha} = 240 \text{ UN}/\text{ha}$.

Une partie de l'apport compensatoire a déjà été apporté la première année :

$N_{réorganisé \text{ la première année}} = R(N_{engrais} + N_{minéralisé}) = 0,42 (244,8 + 100) = 144,8 \text{ UN}$.

La deuxième année, il faudra donc apporter une sur-fertilisation $N_{BRF \text{ année 2}} = 240 \text{ UN} - 144,8 \text{ UN} = 95,2 \text{ UN}$.

Si la culture de la deuxième année nécessite toujours 200 UN, il faudra donc lui apporter :

$N_{engrais} = N_{culture} + N_{BRF \text{ année 2}} - N_{minéralisation} = 200 \text{ UN} + 95,2 \text{ UN} - 100 \text{ UN} = 195,2 \text{ UN}$.

Si de nouveaux apports de BRF sont réalisés ensuite, l'effet azote se calculera de la même manière. Il faudra toutefois progressivement tenir compte de l'influence de l'augmentation du taux d'humus sur la minéralisation. N minéralisé augmentera, ce qui diminuera d'autant le besoin en engrais.

Un cas particulier est l'apport d'une dose de 100 m³/ha : cette dose est suffisamment faible pour que toute la sur-fertilisation puisse être apportée en première année ($N_{réorganisé \text{ en année 1}} > N_{BRF \text{ année 1 + 2}}$), on aura donc plus besoin de se soucier de l'effet azote en deuxième année dans ce cas.



Le BRF dans le circuit de l'exploitation

Technique : incorporation



Le BRF peut être incorporé aux premiers centimètres du sol, ceci présente l'avantage de faciliter le semis. On peut incorporer jusqu'à 500 m³/ha de BRF et semer avec un semoir ordinaire.

Attention, le BRF ne doit pas être incorporé plus profond que les **10 premiers centimètres du sol**, la zone aérobie où réside l'essentiel de la vie du sol. Plus profond, il ne se décomposera pas.

Bien mis en œuvre, le BRF n'occasionne aucun problème de germination. Les problèmes observés viennent uniquement d'une mauvaise gestion de l'azote.

Il faut notamment faire attention à réaliser un épandage régulier, des cumules de copeaux à certains endroits peuvent occasionner une faim d'azote qui pénaliserait la culture à ces endroits.



L'épandage peut être réalisé avec un épandeur à fumier, l'incorporation est idéalement réalisée avec une fraise ou, alternativement, avec plusieurs passages d'outils de déchaumages.



Épandage direct en grandes cultures

En rotation céréalière

La rotation céréalière offre un moment privilégié pour apporter des amendements : après la récolte des céréales, le sol est portant, ce qui permet l'épandage en toute sécurité.

Ensuite, le BRF sera incorporé sans opérations supplémentaires, durant les déchaumages.

Dose classique : apport de 50 m³/ha après culture : comme nous l'avons vu, une telle dose ne peut pas entraîner de gros problèmes au niveau de l'azote et elle apporte une quantité non négligeable d'humus. Renouvelée tous les 3 ans elle permettra déjà le maintien des taux d'humus.

Cette pratique est particulièrement adaptée en agriculture de conservation des sols (TCS), en effet cette agriculture attache une importance particulière à l'humus et à la vie du sol. Afin de limiter les repousses, on y a souvent recours à des déchaumages multiples en été. Or aérer le sol en conditions chaudes et humides a pour conséquence la minéralisation de l'humus. Cet effet sera inversé suite à l'apport de BRF, en effet l'humification du BRF est favorisée par les mêmes conditions que la minéralisation de l'humus. En outre, l'humification du BRF permettra de retenir les reliquats azotés et d'éviter qu'ils ne se perdent.



3.2.1 En association avec une légumineuse

Après l'incorporation de BRF, on peut semer une légumineuse, ce qui aura deux effets positifs :

- la légumineuse restera propre car la réorganisation de l'azote par le BRF gênera les adventices nitrophiles ;
- la légumineuse en culture pure sera encouragée à fixer de l'azote qui sera stocké dans l'humus du sol grâce au BRF, ceci accentuera les arrières effets de la légumineuse.

Cette pratique est particulièrement intéressante en agriculture bio.



Voici un exemple de rotation :

Apport de 100 m3 de BRF/ha, en une dose, tous les 5 ans
 ensuite culture de luzerne pendant 2 ans, luzerne récoltée et valorisée sur l'élevage de la ferme
 Grandes cultures pendant 3 ans avec apport d'effluents d'élevage (22 T de fumier/ha.an)

Bilan :

1° le taux d'humus va se stabiliser entre 3 et 3,5 %

2° La luzerne (valorisée au travers de l'élevage) et le BRF apportent assez d'azote pour obtenir de bons rendements sur les grandes cultures, sans autres apports (= autofertilité).

En réduction du risque nitrate sur lin, colza, pdt, légumes

Le lin et le colza (non-suivis directement d'une autre culture), qui se récoltent trop tôt d'une part et les légumes (double culture) ainsi que les pommes de terres qui se récoltent trop tard sont des cultures qui présentent un risque important de laisser un reliquat azoté potentiellement lessivable dans le sol.

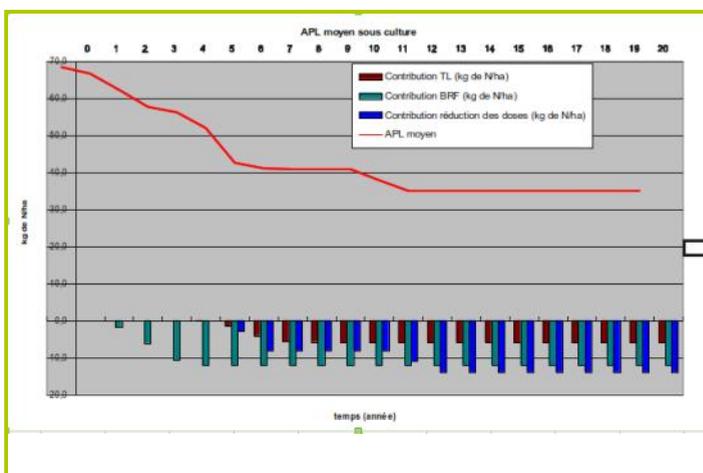
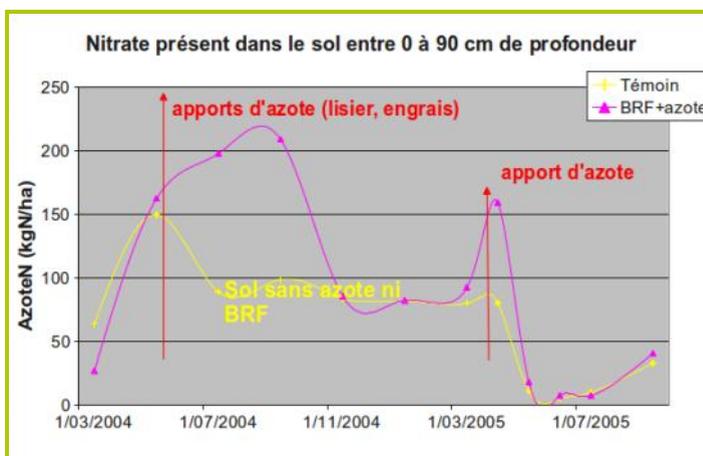
Dans ces cas, l'apport et l'incorporation de environ 60 m3 de BRF/ha après la récolte de la culture à risque permet de régler l'essentiel du problème de pollution nitrate. Cette mesure peut être assortie d'autres mesures telles que l'implantation d'agroforesterie (taillis linéaires sur la parcelle) ou la réduction des doses. Sur une ferme associant la culture et l'élevage, mettant en œuvre ces cultures à risque sur 1/6ème de sa surface, on aboutira au maintien du taux d'humus et à la stabilisation de l'APL (Azote Potentiellement Lessivable) autour de 35 kg de N/ha.

Dans l'ensemble, un apport de BRF après culture complète l'action d'un couvert végétal : production d'humus et récupération d'azote.

Le BRF présente l'avantage de permettre de continuer à stocker de l'azote alors que les conditions sont trop froides pour la croissance d'une inter-culture. En effet, l'optimum de développement des champignons se situe vers le mois de novembre. Les champignons du sol, principaux responsables de la réorganisation de l'azote, sont capables de croître et de capter de l'azote en dessous de zéro degré.

Un sol traité régulièrement au BRF verra tout son azote réorganisé sous forme organique non lessivable, l'APL se stabilise généralement en dessous des limites de précision des méthode de détection, entre 10 et 20 kg de N/ha sur 90 cm de sol.

Si la question de l'azote est gérée comme expliqué au point 2 de ce document, le peu d'azote minéral dans la solution du sol ne pénalise pas les rendements, l'azote organique restant disponible pour la plante via la vie du sol.



Le BRF et l'élevage

Première valorisation en litière



Lorsque l'élevage est présent sur l'exploitation, on pense d'abord à passer le BRF par l'étable. La paille coûte cher, sa substitution par le BRF lui donne une première valeur d'usage.

Un m³ de BRF bien sec peut absorber 350 l de liquides. Lorsque le BRF vient d'être broyé, il est généralement bien sec (il pèse alors autour de 200kg/m³). Sans protection, le tas de BRF absorbera toutes les précipitations qu'il recevra, ce qui diminuera d'autant sa capacité à pomper les jus à l'étable, il est donc important de le bâcher si on envisage une utilisation en litière.

Il faut entre 1 et 1,5 m³ de BRF/j pour pailler 100 m² d'étable, 1 m³ de BRF équivaut à 40 kg de paille.



Lorsque la propreté est très importante, sur vache en lactation, il vaut souvent mieux procéder en mettant une première couche de BRF de 10 cm puis en complétant avec de la paille afin de maintenir la propreté.

Pour les autres situations (jeune bétail, races viandeuses, taries), le BRF convient totalement.

La litière de BRF peut aussi être rafraîchie en retournant les bouses à la fourche ou en passant avec un outil sur tracteur si l'étable le permet.

Le fumier de BRF est plus riche que le fumier de paille, il contient environ 9 kg d'azote/tonne. Il contient également plus de matière sèche et de carbone organique, le résultat est un rapport C/N qui se situe autour de 20 pour le fumier de BRF frais.

Afin de réduire ce C/N et d'éviter une faim d'azote (pouvant occasionner une baisse de rendement de 20%), il vaut mieux composter le fumier de BRF avant épandage (l'effet devient alors positif sur le rendement).

L'utilisation partielle du BRF à l'étable permet de doubler la quantité de fumier disponible sur une ferme, ce qui présente un grand intérêt pour le maintien des taux d'humus.



Parcours extérieur

Les parcours extérieurs du bétail sont régulièrement piétinés et dépourvus de végétation de ce fait. Cette situation est problématique, car rien ne s'oppose à l'infiltration de l'azote issu des nombreuses déjections présentes à ces endroits.

En outre, le sol déstructuré devient vite boueux ce qui présente un risque de blessure pour le bétail et donne une mauvaise image de l'agriculture.

Il n'est pas rare de voir ces coulées de boues et d'effluents se répandre sur la parcelle adjacente au départ de la sortie de l'étable.

Une solution simple et efficace est d'incorporer une couche de 5 cm de BRF à ces endroits, le résultat est une bonne stabilisation de la zone et la rétention de l'azote qui se perdait auparavant.

Après quelques mois, on peut s'attendre à une réduction par 10 de l'azote lessivable présent dans le sol.

La couche peut être renouvelée plusieurs fois, tous les deux ans par exemple, puis elle peut être raclée et épandue sur les champs afin de récupérer l'azote capté.



Le même système peut être utilisé afin de réaliser efficacement un paillot, une zone de promenade extérieur protégée. Ce système permet d'éviter de devoir bétonner la zone à grand frais.

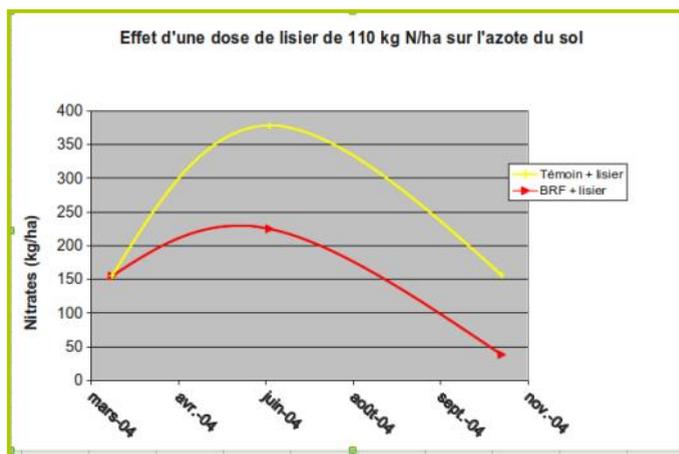
Diminution du risque nitrate sur les épandages de fin de saison

D'un point de vue agronomique, il y a plusieurs avantages à pouvoir épandre le fumier après la récolte, en été.

D'une part, cela permet de prendre le temps de composter préalablement le fumier, d'autre part cela permet d'épandre sur sol portant en limitant les dégâts à la structure du sol.

L'inconvénient de cette pratique est toutefois le risque de lessivage des nitrates.

L'apport conjoint de BRF et de fumier permet d'éviter ce risque, afin de compléter le dispositif, on peut également implanter un couvert végétal.



Le BRF en maraîchage

Pourquoi utiliser du BRF en maraîchage ?

En maraîchage le BRF peut jouer plusieurs rôles :

- apport organique;
- lutte contre les adventices;
- gestion de l'azote;
- amélioration du sol.



Le maraîchage est une activité qui n'est pas souvent liée à l'élevage, la disponibilité d'apports organiques est une question qui s'y pose de façon cruciale ; Beaucoup de maraîchers considèrent qu'ils ont besoin de taux d'humus situés entre 5 et 10 % pour mener correctement leur activité. En effet, le maraîchage est très sollicitant pour le sol : serres, interventions culturales durant toutes les périodes de l'année, double cultures,...

En maraîchage les économies de main d'œuvre (désherbage) et l'amélioration des conditions de culture (diminution des problèmes phytosanitaires, amélioration des produits et de leur conservation) payent largement l'investissement dans des quantités importantes de BRF.

Le rôle de réorganisation de l'azote par le BRF est également intéressant pour maîtriser ce paramètre au cours de cycle de la plante. Le BRF permet que l'on apporte suffisamment d'azote minéral (ou minéralisable) en début de cycle et d'en avoir peu en fin de cycle, afin de permettre une fructification dans de bonnes conditions des légumes qui «n'aiment pas le fumier».

Méthode simple à l'extérieur



En extérieur, une méthode simple et efficace consiste à valoriser d'abord l'effet mulch. Le principe s'étale sur une rotation de 3 ans :

- en première année, on apporte une couche de 3 cm, 300 m³/ha de BRF cette couche est utilisée en mulch pour protéger des cultures à repiquer (limitation des besoins en eau et des adventices) : courges, salades, choux,...
- à la fin de la première année, le BRF est incorporé avec les résidus de culture. La réorganisation de l'azote limitera ensuite fortement les adventices;
- au printemps, on plantera une culture à semer. La fertilisation sera doublée sur les deux cultures suivantes et apportée sur la ligne de semis, afin de favoriser la culture et pas les adventices.

Si l'apport de 300 m³ est renouvelé tout les trois ans sur la même parcelle, ce système aboutira à une stabilisation du taux d'humus autour de 10 %, à ce stade les besoins de la plupart des cultures maraîchères seront totalement couverts par la minéralisation annuelle de l'humus (auto-fertilité). L'azote présent dans le BRF (1,8 kg/m³) couvrira 2/3 des besoins des plantes sur la rotation. Afin de couvrir le reste, on pourra fertiliser normalement les deux cultures qui suivent l'incorporation du BRF, puis supprimer toute fertilisation sur le reste de la rotation et planter les cultures les plus gourmandes sous le mulch de BRF.

Si on vise l'auto-production de BRF, un objectif plus raisonnable est d'aboutir à un taux d'humus de 5%, ce qui correspond à réaliser l'apport de 300 m³ de BRF tout les 6 ans (ou sur 1/6ème de la surface chaque année).



Méthode simple en serre

En serre, les cycles biologiques vont jusqu'à deux fois plus vite en raison d'une température plus élevée et de l'irrigation. L'humus peut être minéralisé à un taux annuel de 4-5 % et l'humification du BRF sera complètement achevée à la fin de la première année.

Les doses de BRF à apporter pour obtenir plus de 5 % d'humus sont donc plus importantes et on devra tenir compte de la plus grande rapidité du cycle dans la gestion de l'azote.

Prenons le cas d'un tunnel maraîcher sur lequel on réalise un cycle de 2 salades + une tomate.

La dose idéale est un apport annuel de 15 litre/m² (1,5 cm ou 150 m³/ha), on apportera le BRF en paillage sur les tomates ce qui permettra d'obtenir plusieurs effets positifs : diminution des besoins en eau, gêne des adventices, diminution des maladies fongiques.

Ensuite, après la récolte des dernières tomates, le BRF sera incorporé, ce qui gênera les adventices sur les deux cultures de salades (ou autre légume feuille).

En tenant compte de la minéralisation (5%) et des besoins des cultures, on peut prévoir les plans de fertilisations suivants :

2,5 % d'humus : salade 120 UN – tomate 200 UN – salade 120 UN

5 % d'humus : salade 80 UN – tomate 80 UN – salade 80 UN

Ce système aboutira à la stabilisation du taux d'humus entre 5 et 6 %.

Le BRF et l'agroforesterie

Utilisation en paillage

Pour les jeunes arbres, le BRF constitue un paillage idéal :

- il est peu onéreux ;
- son application est facilement mécanisable ;
- il est totalement biodégradable ;
- il crée un micro-climat favorable au pied des arbres et il y enrichit le sol.

Dose : épandre une couche de 10 cm sur au moins 1 m de large.



Quelques résultats :

Reprise des arbres l'année de la plantation :

- sans paillage : 50 %
- avec BRF : 90 %

Influence d'un deuxième apport de BRF en année 3 : +50% de croissance.



Production

S'il est souvent possible de se faire livrer du BRF dans le cadre d'une filière « déchets verts » ou directement par un élagueur, il est toutefois souhaitable de sécuriser l'approvisionnement en envisageant la production de BRF sur la ferme.

En tenant compte de la substitution de la paille et des apports en minéraux, on peut évaluer la valeur d'usage actuelle de BRF en agriculture dans la fourchette entre **5 et 10€/m³**.

Produire le BRF sur la ferme à ce coût suppose une bonne mécanisation et des chantiers bien organisés.



Notons par exemple qu'un broyeur industriel bois-énergie ou compost (loué) peut débiter entre 30 et 150 m³ de BRF/heure en consommant 0,2 l de diesel/m³ alors qu'un broyeur (acheté) à branches sur prise de force débitera généralement entre 1 et 5 m³/h en consommant entre 1 et 5 l de diesel/m³ de BRF produit.

D'autre part, il ne faut pas négliger l'importance des surfaces nécessaires à la production de BRF. Ces surfaces peuvent représenter :

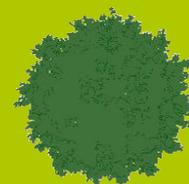
- ferme d'élevage : 1/6 de la surface des terres de culture;
- ferme de culture pure : 1/4 de la surface;
- maraîchage intensif : 2/3 de la surface (dans ce cas, il vaut sans doute mieux acheter le BRF).



Une astuce consiste à intégrer sur les parcelles agricoles des dispositifs agroforestiers performants tels que le Taillis Linéaire et les arbres têtards.

Production estimée de BRF :

- TCR : 50 m³/ha.an
- Arbre têtard : 150 l/arbre.an
- Haie ou Taillis linéaire : 1 à 4m³/100 m.an
- 50 arbres/ha dans les cultures : 1m³ de BRF/ha.an



Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural : L'Europe investit dans les zones rurales

Auteur : Ir. Benoît NOEL - Contenus issus de plusieurs études réalisées au Centre des Technologies Agronomiques de Strée - Publication réalisée par le GAL du Pays des Condruces

