

Le Bois Raméal Fragmenté (BRF) : usage au sein de l'agriculture suisse

Opportunité pour le climat, les sols, les cultures, l'exploitant et son exploitation



INTERVENANT : LUCAS ARMINJON

h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie
et d'architecture de Genève

Plan de la présentation

➤ Sol-climat-agriculture

- Dérèglement climatique et impact sur l'agriculture
- Perte de résilience du système agricole
- Sols et matière organique

➤ Bois raméal fragmenté (BRF) : ressource complémentaire

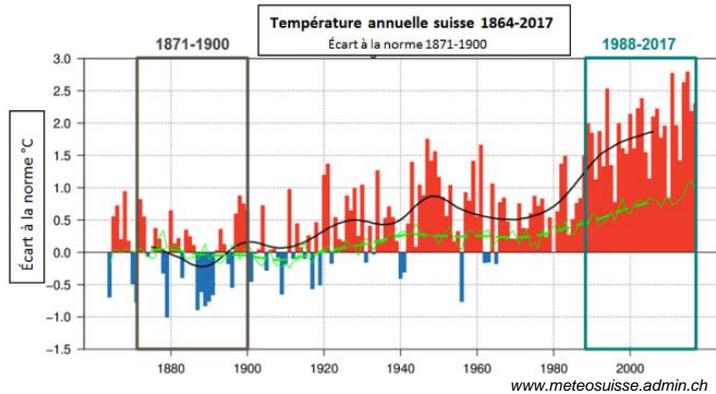
- De quoi parle-t-on ?
- Ressource complémentaire
 - Origines de la ressource
- Particularités de cet amendement
 - Bienfaits pour le sol et les cultures
 - Difficultés pouvant être rencontrées
- BRF et grandes cultures
 - Amendement peu connu ! Mais pourquoi ?
 - Intégration dans la rotation et itinéraire technique
 - Les (bonnes) pratiques à favoriser
 - Parc matériel

➤ Etudes de cas au sein du Canton du Jura

- Méthodologie de l'étude
- Le BRF en chiffres
- Production de biomasse des haies
- Déficit de carbone organique des sols
- Coûts de la pratique

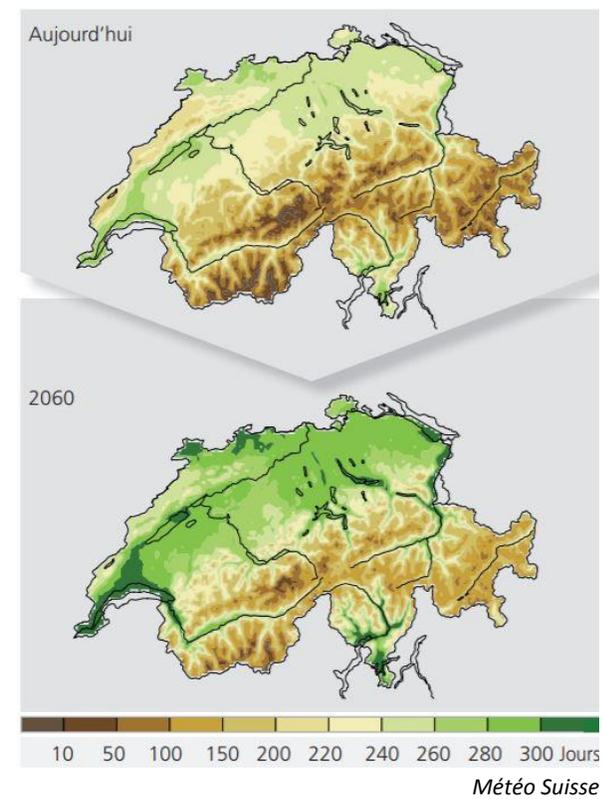
○ Contexte climatique et agricole : Sol-climat-agriculture

Dérèglement climatique



Impact sur l'agriculture

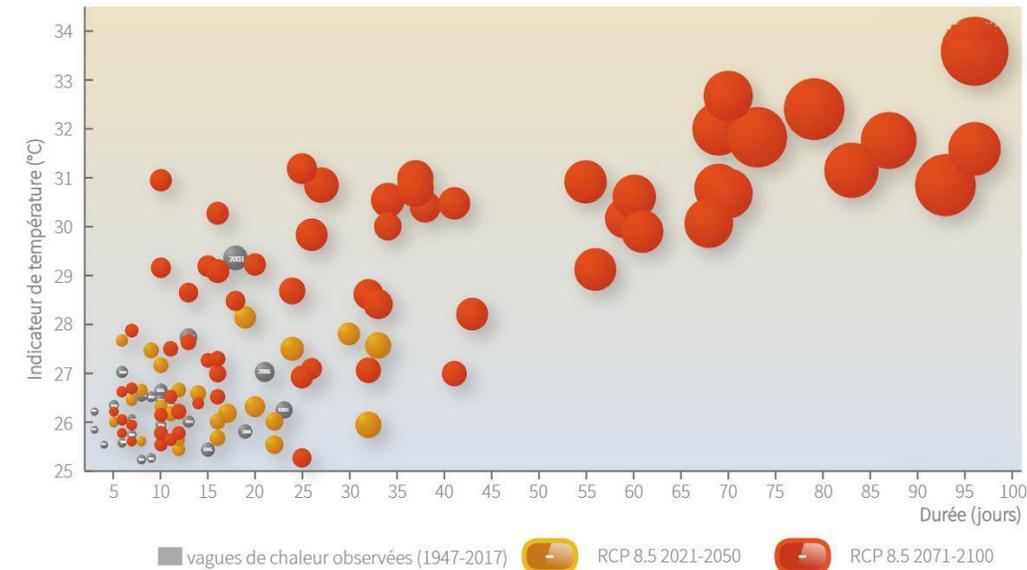
- Erosion de la biodiversité
- Événements climatiques extrêmes
- Augmentation du nombre de jours de végétation



<http://webzine.cerfrance49.fr>



<https://ds1.static.rtbf.be>



○ Contexte climatique et agricole : Sol-climat-agriculture

En parallèle : perte de résilience du système agricole

Industrialisation

Intensification du travail du sol

Usage d'intrants chimiques

Simplification des rotations

Délaissement des intrants organiques

Rend moins apte le système à faire face au changement !

Sécurité alimentaire

Stabilité/durabilité des systèmes agricoles



<https://mrcircuspoliticus.files.wordpress.com>



<https://i.ytimg.com>

La résilience désigne la capacité d'un système à retrouver ou à conserver un état d'équilibre dynamique après une phase d'instabilité due à une perturbation extérieure ou interne (Wikipedia).

○ Contexte climatique et agricole : Sol-climat-agriculture

Sols et matières organiques (MO)

↑ MO



Limitées

www.tropiquesfm.com

MO →

Assure la fonction des sols
Stabilité structurale
Etc...



<https://www.sfecologie.org>



<https://www.arvalis-infos.fr>

Technique de préservation de la MO

Séquestration de carbone dans les sols

↑ MOS = ↑ Corg.S →

↳ Dans la plupart des cas déficitaire !

A grande échelle, contribue à limiter le réchauffement global et ses impacts

Permet aussi de faire face aux conséquences de ce dérèglement

→ Augmentation de la résilience

↻ Cercle vertueux

○ Bois raméal fragmenté (BRF) : ressource complémentaire

De quoi parle-t-on ? : Définition et principe

- Composé de rameaux (0-3 cm \varnothing) et de petites branches (3-7 cm \varnothing) de végétaux ligneux, principalement des feuillus
- Jusqu'à 20 % de branches de conifères peuvent être mélangées
- Bois dormant
- Fragmentation avec un broyeur



www.lokstar.com



Photo personnelle



wpengine.netdna-ssl.com



<https://jardivrac.com>

○ Bois raméal fragmenté (BRF) : ressource complémentaire

De quoi parle-t-on ? : Définition et principe



www.brfgeneration.fr

≠



<https://jardivrac.com>

○ Bois raméal fragmenté (BRF) : ressource complémentaire

De quoi parle-t-on ? : Définition et principe

☐ Composition

Variable en fonction du matériel végétal de base utilisé



<https://c8.alamy.com/comp>

- Riche en **carbone**
- Riche en **macro et micro-nutriments** nécessaires à la croissance des plantes

☐ BRF et séquestration de carbone

- La majorité des publications ont conclu que les BRF forment une grande quantité d'**humus stable**
- Après l'épandage de cet amendement la teneur en carbone du sol augmente



<https://potagerforet.files.wordpress.com>

- Coefficient isohumique (K1) élevé
- K1 = rendement de la transformation en humus stable des matières organiques
- 15 % pour les pailles, 25 % pour les fumiers frais, 50 % pour le BRF.

○ Bois raméal fragmenté (BRF)

Amendement complémentaire : origine de la ressource

- Espaces verts des collectivités et voiries
- Forêts
- Haies et autres espaces boisés sur les terres agricoles



<https://treeparker-france.com>

Ressource limitée



<https://media.lesechos.com>

Ressource limitée,
rémanents forestiers
laissés sur place

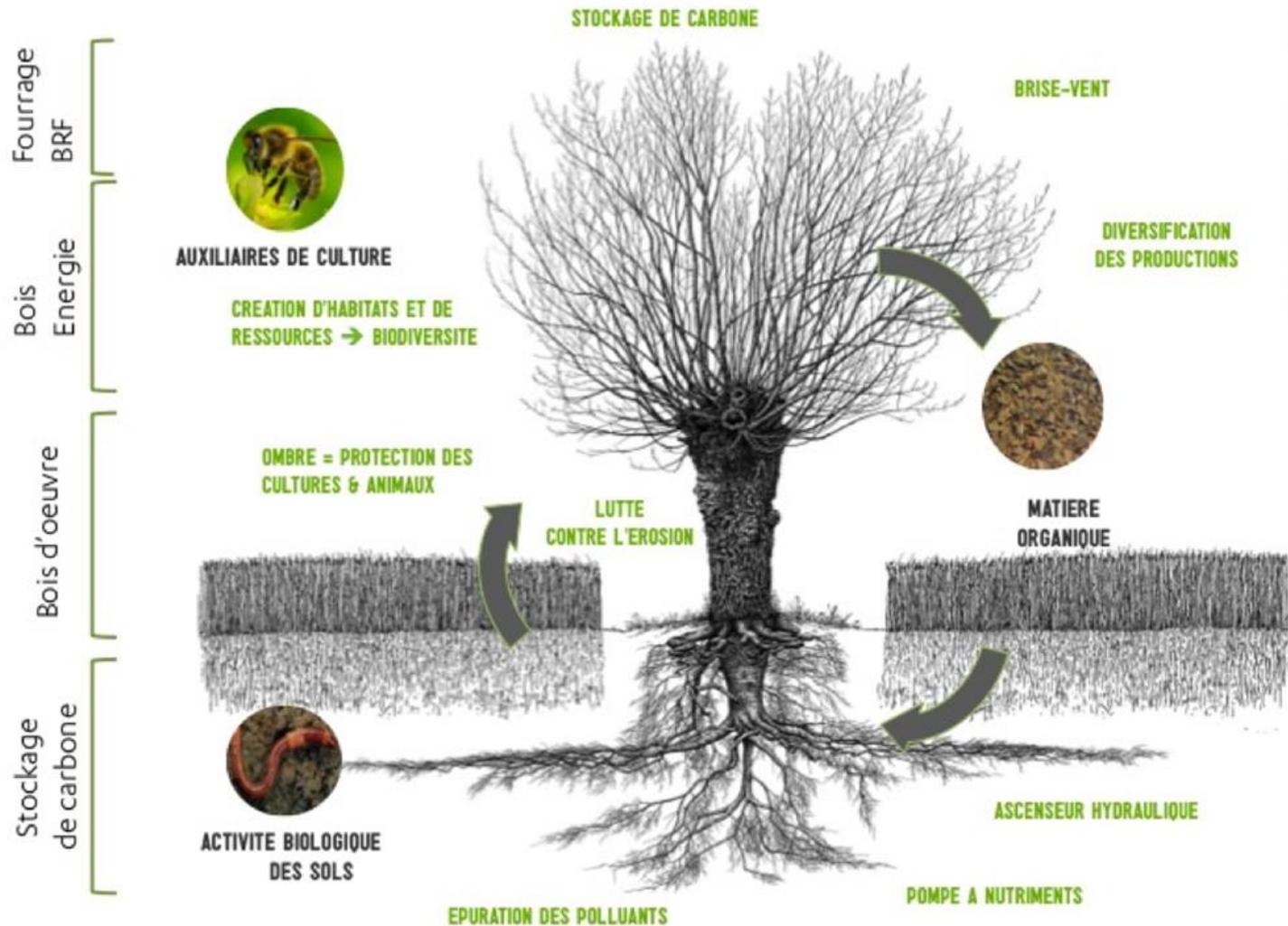


Photo personnelle

Ressource actuellement
limitée, mais la plus à
même d'alimenter le
système agricole

○ Bois raméal fragmenté (BRF) :

Amendement complémentaire : origine de la ressource



<https://2.bp.blogspot.com>



<https://www.sillonbelge.be>

○ Bois raméal fragmenté (BRF) : ressource complémentaire

Particularités de cet amendement



Bénéfice pour le sol et les cultures

Augmentation durable
de la fertilité du sol



Vigueur des
cultures



Augmentation de
rendement

+1000 % tomate
+400 % maïs
+300 % fraise
+72 % luzerne
+45 % seigle



Photo personnelle

| Pédogénèse et aggradation des sols | Lutte contre l'érosion | Activité biologique du sol | Augmentation de la RU |
|---|---|---|--|
| Régénération des sols même profondément perturbés | Paillage -> stabilisation et protection des agrégats > Infiltration | Champignons + 538 % Bactéries + 173 % Mésosofaune fongivore | Structuration du sol Rétention en eau > infiltration, paillage |
| Augmente la résistance des plantes au stress | Lutte contre ravageurs et maladies | Augmentation du pH | Gestion des adventices |
| Biotique et abiotique > Activité de la rhizosphère Action antagoniste | < nématodes sur tomates < Maladie du blé < pucerons et doryphores | Effet chaulant rapide | Paillage Facilite le désherbage manuel et mécanique |

○ Bois raméal fragmenté (BRF) : ressource complémentaire

Particularités de cet amendement



Problèmes rencontrés

Faim d'azote →

C/N compris entre 50 et 200
Apport conséquent
Incorporation au sol



<https://potagerforet.files.wordpress.com>

Concentration en phosphore



Bilan de fumure

Problème phytosanitaire



Limaces

Métaux lourds



Déchets verts urbains ou de voiries

- Apport standard de BRF = 100 m³/ha (environ égal à 21 tMS) = **40 U de P**
- Apport de 21 tMS de compost = **46 U de P**

*Pb, Cu, Zn,
etc...*

○ BRF et grandes cultures

Actuellement peu utilisé



Hypothèses

Dose testée en pratique $\approx 100 \text{ m}^3/\text{ha}$
à $400 \text{ m}^3/\text{ha}$ (1 à 4 cm d'épaisseur)

- **Difficulté à trouver la ressource**
- **Intérêt de cet amendement pas suffisamment démontré, peu de littérature**
- **Pratique qui a eu du mal à s'implanter dans une agriculture industrialisée et axée sur la chimie**



○ BRF et grandes cultures

Actuellement peu utilisé, et pourtant

Potentiel de séquestration de Corg.
important

Surfaces conséquentes

Sols les moins bien pourvus en
Corg.

- Apporte plusieurs bienfaits comme la réduction des **APL**
- Complémentaire au **TCS**



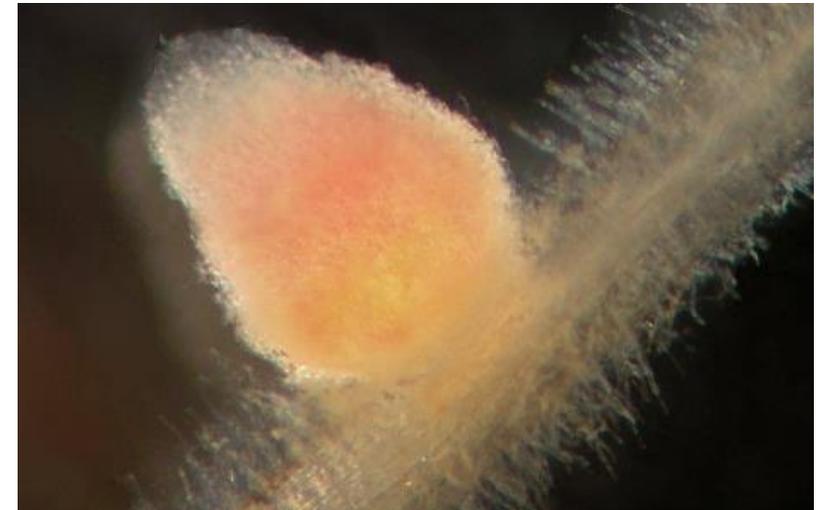
<https://www.agroperspectives.fr>

Intégration dans la rotation et
itinéraire technique

Bonnes pratiques

- Apport externe de 1 kg N/m³ de BRF
- Laisser en paillis les premier mois
- Intégration de cet amendement en automne
- Sur couvert riche en fabacées

Mélange avec des
engrais de ferme



<https://www.aquaportail.com>

○ BRF et grandes cultures

Le parc matériel



<https://www.public-expo.fr>



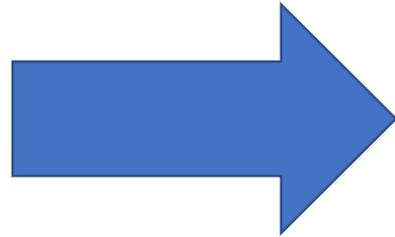
<https://greentec.eu>



<https://greentec.eu>

○ **Etudes de cas au sein du Canton du Jura**

Contexte de l'étude



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie
et d'architecture de Genève



Etudiant, filière
agronomie

Thématique BRF

○ Etudes de cas au sein du Canton du Jura

Contexte de l'étude

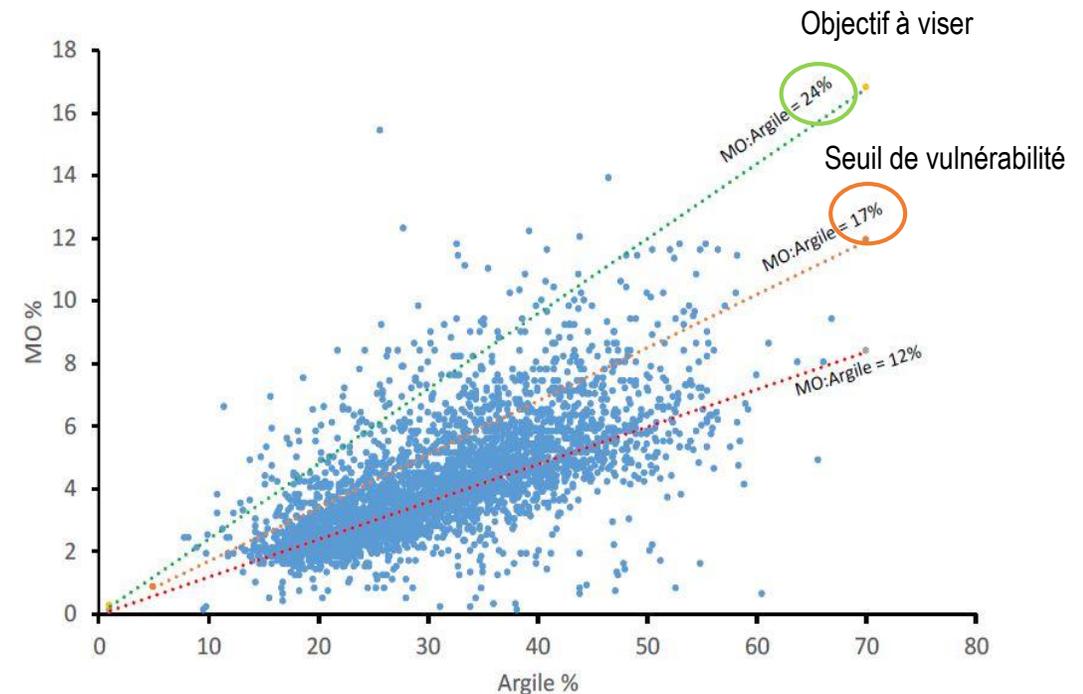
- Conserver les terres agricoles dans leur qualité
- Développer une agriculture efficiente adaptée au lieu de production
- Développer la capacité des agriculteurs à améliorer la qualité structurale de leurs sols

Innovations techniques : BRF ?

- ✓ 85 exploitations
- ✓ 3000 ha TA
- ✓ 6 ans + 2 ans de suivi scientifique

Agriculture du Canton du Jura

- Polycultures-élevages
- Grandes cultures = 26 % de la SAU (≈ 10'500 ha)



○ Etudes de cas au sein du Canton du Jura

Objectif du travail

- ❖ **Evaluer le potentiel d'amélioration du statut organique des sols par l'amendement BRF au sein de deux exploitations jurassiennes**
- ❖ **Vérifier la faisabilité agroéconomique de cette pratique**
- ❖ Emettre des pistes de réflexion en vue d'une expérimentation
- ❖ Créer des outils de vulgarisation pour diffuser cette pratique

Démarche et méthodologie

▪ Analyse de BRF indigènes

Quel est la valeur agronomique des BRF ?/aspects pratiques

▪ Estimation du potentiel de production de bois raméal

Quelle quantité peut-on produire ?

▪ Estimation des déficits de carbone organique et d'entrées d'humus de la rotation

De combien je peux réduire mon déficit avec ce que je suis capable de produire

▪ Analyses économiques

Quel est le coût de cette pratique ?

Etudes de cas dans deux exploitations jurassiennes

○ Etudes de cas au sein du Canton du Jura

Deux exploitations d'études

Représentativité

- Production intégrée
- Commune de Grandfontaine
- **SAU = 43 ha**
- **TA = 36 ha (8 parcelles)**
- TO = 35 ha
- **Haies et bosquets = 2,63 ha**
- Usage de BRF : issue d'une commune voisine -
> 90 m³/an

Cas particulier

- Production biologique
- Commune de Lucelle
- Communauté de machines (3) et d'élevage (2)
- **SAU = 73 ha**
- TA = 12 ha (7 parcelles)
- TO = 6,5 ha
- **Haies et bosquets = 7 ha, forêts, pâturages boisés**
- **SPB : 54 ha**
- Usage de BRF : équipé d'un broyeur, BRF issu du BR de ses haies

○ Etudes de cas au sein du Canton du Jura

Le BRF en chiffre

➤ Echantillonnage



www.google.fr/maps



Photos personnelles

Analyses chimiques et physiques



○ Etudes de cas au sein du Canton du Jura

Le BRF en chiffre

➤ Les caractéristiques de cet amendement

- Masse volumique MS : **208 kg/m³**, faible variation
- Masse volumique MF : forte variation -> andain exposé à la pluie
- Masse volumique MF à la sortie du broyeur \approx **335 kg/m³** (BRF n°5)

BRF **très humide** : entre 500 et 550 kg/m³ ; BRF **humide** : entre 400 et 500 kg/m³ ; BRF **peu humide** : entre 300 et 400 kg/m³.

1 tonne de cet amendement fraîchement broyé représente environ 3 m³

| Paramètres | Valeurs moyennes |
|------------|------------------|
| pH | 6,7 |
| MO | 97,2 % |
| C/N | 74,4 |

- Fumier + BRF (BRF n°4) : **C/N** ↘ (20 contre 139)



Etudes de cas au sein du Canton du Jura

Production de biomasse des haies → Charte

Plusieurs facteurs pris en compte :

- Strates
- Niveau d'entretien
- Vigueur des essences de la haies

Charte : Potentiel de production de bois raméal en fonction du type de haie

| Type de haie | Haie haut jet à 1 strate | Haie haut jet à 2 ou 3 strates | Haie cépée à 2 strates type taillis | Haie cépée à 1 strate type taillis | Haie buissonnante à 1 strate basse peu entretenue | Haie buissonnante à 1 strate moyenne peu entretenue | Haie buissonnante à 2 strates peu entretenue |
|-------------------------|--|--|---|--|---|--|---|
| Potentiel de production | 3 tMS/ha/an | 4,5 tMS/ha/an | 5,4 tMS/ha/an | 6 tMS/ha/an | 4,2 tMS/ha/an | 3,6 tMS/ha/an | 3,9 tMS/ha/an |
| Remarques | Strate haute : Couronne 7 mètres et plus | Strate basse : arbustive de 0 à 5 mètres et/ou strate moyenne : arbustive de 5 à 10 mètres + strate haute : 7 mètres et plus | Strate basse : arbustive de 0 à 5 mètres + strate moyenne : arbustive de 5 à 10 mètres, constituée de cépées (taillis normal et taillis perché) | Strate basse : arbustive de 0 à 5 mètres ou strate moyenne : arbustive de 5 à 10 mètres, constituée de cépées (taillis normal et taillis perché) | Strate basse : arbustive de 0 à 5 mètres, constituée d'arbres/arbustes formes naturelles, peu ou pas entretenus | Strate moyenne : arbustive de 5 à 10 mètres, constituée d'arbres/arbustes formes naturelles, peu ou pas entretenus | Strate basse : arbustive de 0 à 5 mètres + strate moyenne : arbustive de 5 à 10 mètres, constituée d'arbres/arbustes formes naturelles, peu ou pas entretenus |
| 10 mètres | | | | | | | |

Charte : Potentiel de production de bois raméal d'autres zones boisées

| Type | Arbre isolé peu ou pas entretenu | Arbre isolé entretenu | Taillis à très courte rotation (TTCR) | Taillis à courte rotation (TCR) | Pâturages boisés basses densités | Pâturages boisés moyennes densités | Pâturages boisés hautes densités |
|--|--|---|--|--|---|---|---|
| Potentiel de production | 14,3 kqMS/arbre/an | 28,6 kgMS/arbre/an | 12 tMS/ha/an | 18 tMS/ha/an | 0,14 tMS/ha/an | 0,64 tMS/ha/an | 1,22 tMS/ha/an |
| Remarques | Arbre fruitier haute tige, arbre de haut jet | Arbre têtard, cépée type taillis normal ou perché | Arbustes plantés en ligne et récoltés tous les 2 à 3 ans environ | Arbustes plantés en ligne et récoltés tous les 7 à 10 ans environ | Entre 1 e et 20 arbres/ha (1-20 % de boisement), catégorie "2000" | Entre 20 e et 70 arbres/ha (20-70 % de boisement), catégorie "3000" | Entre 70 e et 100 arbres/ha (70-100 % de boisement), catégorie "4000" |
| 10 mètres | | | | | | | |
| Facteurs de correction en fonction de la vigueur des essences | | | | | | | |
| Constitution de la haie | | Haie majoritairement constituée (≥50%) d'essences à développements faibles | Haie majoritairement constituée (≥50%) d'essences à développements moyens | Haie majoritairement constituée (≥50%) d'essences à développements forts | Haie majoritairement constituée (≥50%) d'essences à développements très forts | | |
| Facteurs de correction | | 0,8 | 1 | 1,1 | 1,2 | | |
| Exemple d'essences concernées | | Eglantier, prunier, épine vinette, chèvre feuille, cornouiller, tussain, etc... | Chêne, trutiers, sureau, viorne, bouleau, troène, aubépine, noyer, mersier, hêtre, sapin, épicéa, etc... | Erable, Auline, charme, noisetier, frêne, tilleul, sorbier, etc... | Peuplier, saule, etc... | | |
| Conversion de tonne de matière sèche en m³ de BRF 1 tonne de matière sèche équivaut à environ 4,8 m³ de BRF | | | | | | | |

Haies agricoles : en moyenne 5 t MS/ha/an
 En intégrant les bandes enherbés : **1 ha SPB** (haies/bosquet) produit environ 3 t MS/ha/an soit environ **15 m³ de BRF**
 En d'autres termes, il faut environ **80 mètres linéaire de haie** (de 5 mètres de large) pour créer **1 m³ de BRF/an**

Création personnelle

○ Etudes de cas au sein du Canton du Jura

Production de biomasse des haies

→ Recensement des haies sur le terrain



Photos personnelles

Photos personnelles

○ Etudes de cas au sein du Canton du Jura

Production de biomasse des haies

Résultats

Production annuelle des surfaces boisées de chaque exploitation

Exploitation PER

- 5 haies et bosquets (2,6 ha)

| Type d'espace boisé | Surface (ares) | Surface effective de haie (ares) | Production de biomasse (kgMS/an) | Volume de BRF (m ³ /an) |
|---------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Haies et bosquets | 263 | 181,4 | 9274,92 | 44,59 |

Exploitation en production bio

- 19 haies et bosquets (7 ha)
- 5 forêts (7,5 ha)
- 2 pâturages boisés (0,9 ha)

| Type de surface boisée | Surface (ares) | Surface effective (ares) | Production de biomasse (kgMS/an) | Volume de BRF (m ³ /an) |
|------------------------|----------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Haies et bosquets | 703 | 550,99 | 25299,20 | 121,63 |
| Forêts | 754 | 68,55 | 2434,5 | 11,704 |
| Pâturages boisés | 88 | 88 | 913,2 | 4,4 |
| Total | | | 28646,88 | 137,73 |

○ Etudes de cas au sein du Canton du Jura

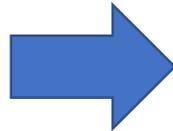
Déficit de matière organique des sols → Méthodologie

- Analyses de sol
- Détermination d'une rotation type
- Observation des pratiques agricole
- Usage d'un modèle pour faire un bilan humique

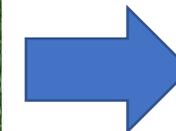


Détermination des entrées en humus

- Amendements
- Résidus de cultures, etc...



Photos personnelles



Détermination des sorties en humus
- Minéralisation

○ Etudes de cas au sein du Canton du Jura

Déficit de matière organique des sols → Résultats

Exploitation PER

- De - 23 kg à - 247 kg Corg./ha/an en fonction des parcelles
- En moyenne **-143 kg/ha/an de Corg.**

Exploitation en production bio

- De +101 kg à - 336 kg Corg./ha/an en fonction des parcelles
- En moyenne **-85 kg/ha/an de Corg.**

Traduction du déficit en quantité de BRF à apporter

43 tMS BRF (environ 205 m³)/an/ sur les 36 ha de TA pour arriver au seuil à atteindre (MO/A = 17%)

Potentiel de séquestration de Corg. à terme = **1'400 t de Corg**

15,6 tMS BRF (environ 74 m³)/an/12 ha de TA pour arriver au seuil à viser (MO/A = 24 %)

Potentiel de séquestration de Corg. à terme = **635 t de Corg**

○ Etudes de cas au sein du Canton du Jura

Déficit de matière organique des sols → Résultats

Traduction du déficit en quantité de BRF à apporter

Exploitation PER

Apport de 13 m^3 à $20,5 \text{ m}^3$ de BRF/
ha/3ans pour atteindre les objectifs



Photos personnelles

Exploitation en production bio

Apport de 3 m^3 à $27,5 \text{ m}^3$ de BRF/
ha/3ans pour atteindre les objectifs



Photos personnelles

○ Etudes de cas au sein du Canton du Jura

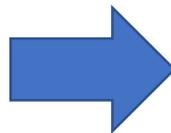
Mise en parallèle du déficit et de la capacité de production en bois raméal

Exploitation PER

Pour rappel : Capacité de production = 9,3 tMS/an/exploitation

Réduction du déficit de MOs à hauteur de 21,7 %

+ 5,6 ha de haies pour atteindre le 100 %



Exploitation en production bio

Pour rappel : Capacité de production = 28,6 tMS/an/exploitation

16 tMS/an/exploitation suffisent pour arriver à l'objectif fixé (MO/A = 24%)

Peut représenter un grand atout pour préserver la qualité des sols agricoles et arriver à réduire les déficits de matière organique !

Cependant, ne pas voir le BRF comme la solution, mais plutôt comme un outils supplémentaire.

○ Etudes de cas au sein du Canton du Jura

Coûts de la pratique



<https://greenmech.fr>

Moyenne capacité

Grande capacité

Calcul des coûts de production

1,5 m³ de BRF/heure MOh

Débit de broyage : 20 à 50
m³ de branches/heure
4,5 m³ de BRF/heure

Débit de broyage : 150 à 300 m³
de branches/heure
20 m³ de BRF/heure

10 m³ de BRF/heure MOh

Autres coûts liés à la pratique

- Transport
(espaces boisés séparés en zones)
- Epandage

Autres aspects économiques

- Gains quantifiables
- Gains non quantifiables
- Comparaison avec d'autres amendements
- Coûts d'installation de nouvelles haies



<https://media.baumpub.com>

Deux modes de production

○ Etudes de cas au sein du Canton du Jura

Coûts de la pratique

Modes de production

Investissement lourd : association entre exploitants / location



<https://img.agriexpo.online/fr>



<https://www.broyeursbandit.com>

Seuils de rentabilité : $\approx 200 \text{ m}^3/\text{an}$

$\approx 700 \text{ m}^3/\text{an}$

○ Etudes de cas au sein du Canton du Jura

Coûts de la pratique



<https://media.baumpub.com>



<https://greenmech.fr>

Coûts de production du BRF →

11,60 CHF/m³ (55,75 CHF/tMS)

39,46 CHF/m³ (188,71 CHF/tMS)

Exploitation PER

- Production, transport et épandage des 9,3 tMS de BRF = **800 CHF/an** (17,80/m³), 8 h de Moh

Exploitation en production bio

- Production, transport et épandage des 29 tMS de BRF = **7'500 CHF/an** (49,40 CHF/m³ Zones 1/2 et 68,70 CHF/m³ zone 3), 112 h de Moh

- Installation d'une nouvelle haie : **31,22 CHF/ml** (haie de 3 mètres de large) soit 104'056 CHF/ha → Indemnisation

- Paiements directs : **2'840 CHF/ha/an** haies et bosquets de qualité 2

- Valeur fertilisante du BRF : **12,52 CHF/tMS**

N, P, K, Mg

- Fumier de bovin bien décomposé = **68 CHF/tMS** -> BRF issu d'un mode production adapté aux grandes cultures = **56 CHF/tMS**

○ Etudes de cas au sein du Canton du Jura

Coûts de la pratique



www.tropiquesfm.com



www.brfgeneration.fr

| Amendements | Prix de revient Fr./tMS | K1 | Humus formé l'année de l'apport kg/tMS | Corg stocké l'année de l'apport kg/tMS | Equivalent CO2 kg | Prix du CO2 (compensation écologique) Fr./t | Valeur du carbone stocké Fr./tMS |
|--|----------------------------|------|--|--|-------------------------|---|--|
| Fumier frais | 40,5 | 0,25 | 250 | 145,01 | 532,19 | 57,38 | 30,54 |
| Fumier de bovin en stabulation libre bien décomposé | 68,15 | 0,5 | 500 | 290,02 | 1064,39 | | 61,07 |
| BRF produit avec un mode de production de moyenne capacité | 189,71 | 0,5 | 500 | 290,02 | 1064,39 | | 61,07 |
| BRF produit avec un mode de production de grande capacité | 55,75 | 0,5 | 500 | 290,02 | 1064,39 | | 61,07 |

○ Conclusion



www.brfgeneration.fr

≠



<https://jardivrac.com>

- Ressource existante au sein même des exploitations



Résilience

- Outils supplémentaires pour préserver la qualité des sols
- Séquestration de carbone et réduction des déficits de MOs

- Amendement qui a sa place dans le système grandes cultures jurassien
- Valeur agronomique non négligeable, prix de revient et coût de la pratique pas forcément plus élevé que pour d'autres amendements utilisés dans le canton
- Dose d'apport mise en avant par le bilan humique : toujours inférieure aux doses testées dans la littérature -> > crédibilité de l'amendement

Place aux questions et au débat

