



FICHE TECHNIQUE

LES BONNES PRATIQUES
D'AGRICULTURE
INTELLIGENTE
FACE AU CLIMAT
ET D'AGROÉCOLOGIE



LE BIOCHAR

UNE PRATIQUE POUR AUGMENTER
LA QUALITÉ DES SOLS ET LEUR PRODUCTIVITÉ
FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

INTRODUCTION



La présente fiche est rédigée sur la base du projet mis en place par **l'ONG ECLOSIO** au Bénin et soutenu par **GCCA+ AO**.

Elle vise à capitaliser sur la pratique de production de biochar.

Le biochar est un amendement de sol pouvant être produit par les agriculteurs, et qui peut permettre d'augmenter les rendements.



Cette fiche technique a été réalisée dans le cadre du projet **Global Climate Change Alliance+ (GCCA+)** Afrique de l'Ouest (financé par l'Union Européenne et mis en œuvre par Expertise France, sous le leadership politique et institutionnel de la CEDEAO, et avec le partenariat technique du CILSS) et notamment de la démarche de capitalisation de 15 projets pilotes d'agriculture intelligente face au climat (AIC) et d'agroécologie (AE) portés par des organisations de la société civile.

1 // PRINCIPE DE LA PRATIQUE

DESCRIPTION DE LA PRATIQUE

Le biochar ou « bio-charcoal » est un charbon obtenu artificiellement, d'origine biologique. Composé à plus de 60 % de carbone, le biochar s'obtient par pyrolyse¹ ou carbonisation (avec peu ou pas d'oxygène) de matières organiques diverses (résidus agricoles, fumier, résidus d'exploitation forestière, etc.). Sa composition n'est pas précisément définie car elle dépend de la nature de la biomasse utilisée et du processus de pyrolyse. Cette pratique ne doit pas être confondue avec le charbon de bois.

OBJECTIFS DE LA PRATIQUE

Les biochars par leur forte porosité contribuent à diminuer la compaction du sol. Ils agissent ainsi comme une « éponge » qui va diffuser de l'eau si le sol est sec ou en absorber lorsque le sol est détrem-pé. De fait, les biochars permettent d'augmenter jusqu'à +18 % la capacité de rétention en eau des sols sableux et de mieux drainer les surplus en eau pour les sols argileux.

Les biochars sont également caractérisés par une forte capacité d'échange cationique (CEC) et par un pH basique, ce qui permet d'améliorer significativement le potentiel de rétention des nutriments dans les sols dégradés (+50 % d'échanges cationiques) et de diminuer

significativement le lessivage des nutriments, ceci à la fois pour des sols tempérés, mais également pour des sols tropicaux très dégradés.

De plus, les biochars en conservant tout ou partie des éléments minéraux de la biomasse d'origine (N, P, K, S) constituent une source stable pour la nutrition minérale des plantes à long terme. Ainsi la diminution du lessivage des nutriments permise par un amendement de biochar apparait comme une solution permettant de diminuer l'impact des agrosystèmes sur la qualité de la ressource en eau, mais également la dépendance de l'agriculture envers les engrais minéraux.

Enfin, les biochars fourniraient un environnement propice au développement de microorganismes (+40 % de champignons de mycorhize ; augmentation de la biomasse microbienne ; augmentation de la biomasse de la microflore totale du sol), nécessaires au bon fonctionnement des sols.

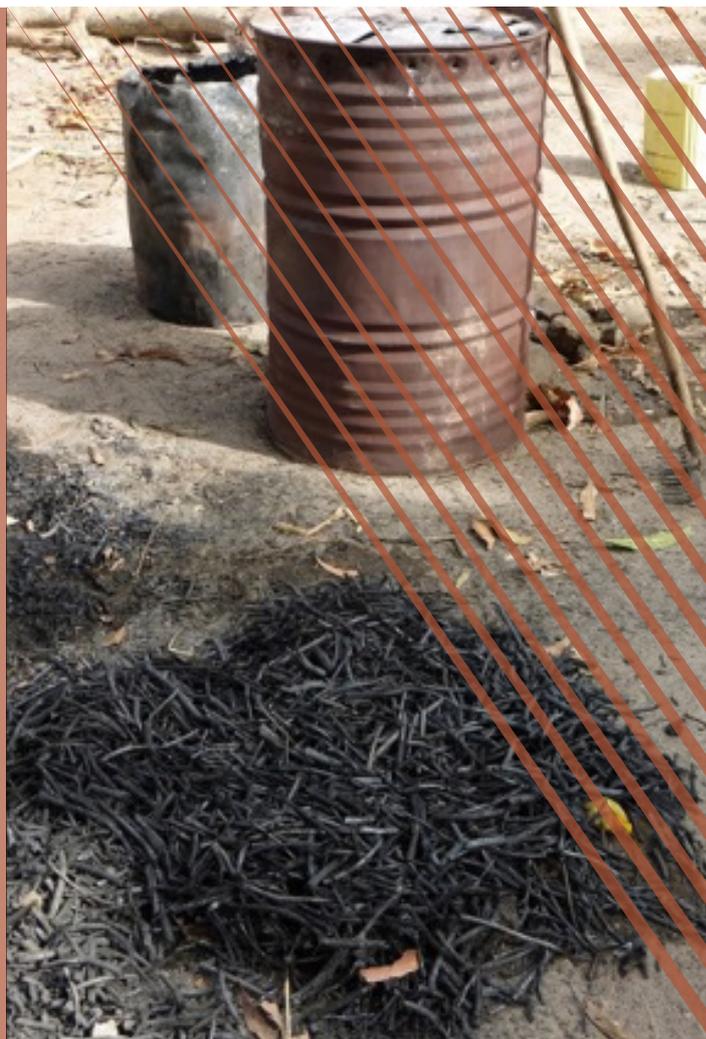
1. La pyrolyse est un procédé de conversion thermo-chimique par chauffage (entre 600 et 800 °C) dans un environnement exempt ou pauvre en oxygène pour prévenir la combustion du matériel (AFNOR, 1984).



2 // MODE DE MISE EN ŒUVRE DE LA PRATIQUE

UNE PRATIQUE QUI NÉCESSITE QUELQUES EXPÉRIMENTATIONS EN AMONT DE SON DÉPLOIEMENT

Exemple de four à pyrolyse de fabrication locale (Afrique de l'Est).



Plusieurs facteurs du processus de pyrolyse influencent la qualité du biochar obtenu,

d'où l'importance de mener des expérimentations en milieu contrôlé et en champs avant de déterminer la dose de biochar à apporter sur tel ou tel type de sol ou culture.

Notons bien que lors de la pyrolyse, tout l'azote contenu dans la biomasse originelle est piégé dans la structure aromatique ou volatilisé. Par conséquent le biochar n'apportera pas d'azote

au sol, d'où la nécessité d'associer au biochar une source d'azote. En revanche, les autres éléments nutritifs contenus dans les cendres et la matière carbonée du biochar viendront enrichir le sol. Le biochar peut aussi être associé au compost.

Les doses d'application du biochar peuvent aller de 5 à 50 t/ha dépendant du type de sol. En zone tropicale, l'introduction de 5 à 20 t/ha de biochar peut doubler la productivité et maintenir une fertilité de longue durée.

PRODUCTION ET UTILISATION DU BIOCHAR

ÉTAPE 1 // COLLECTE DE LA BIOMASSE

Il s'agit de collecter de la biomasse végétale, notamment les résidus de culture (rachis de maïs et des tiges de cotonnier, pailles de riz, etc.).

ÉTAPE 2 // COMBUSTION PAR PYROLYSE

Remplir le four à pyrolyse par la biomasse retenue, utiliser des déchets solides inflammables (feuilles sèches, brindilles, ...) pour allumer le feu, fermer le four à l'aide de l'entonnoir et de la cheminée (le dégagement de la fumée bleue par la cheminée est un signe de la bonne combustion), attendre 20 à 40 minutes en fonction du type de la biomasse (la fumée noire s'échappant du fond du four est un signal de la fin de la combustion).

ÉTAPE 3 // RÉCUPÉRATION DU BIOCHAR

Creuser un trou pour récupérer le biochar, renverser le biochar dans le trou en utilisant les marches en bois, refermer le tout pour arrêter la combustion et attendre 20 à 30 minutes avant de récupérer le biochar, à défaut du trou, le biochar une fois renversé, peut être arrosé avec de l'eau ou du sable pour arrêter la combustion.

ÉTAPE 4 // CONSERVATION / STOCKAGE DU BIOCHAR

Le biochar une fois produit devrait être émiéttés et stocké dans des sacs avant utilisation. Pour ce faire, deux possibilités existent : utiliser une égreneuse de maïs ou d'un moulin pour écraser le biochar en poudre, manuellement par battage en remplissant les sacs avec du biochar arroser d'eau pour éviter le dégagement de la poussière issue de battage.

ÉTAPE 5 // APPLICATION DU BIOCHAR

La poudre obtenue est appliquée au sol en fonction du type de culture et de la superficie. En cultures maraichères (petites superficies), la dose d'applications est d'au moins 20 t/ha ; En cultures pluviales (grandes superficies) : coton, maïs, riz, etc., appliquer au moins 5 t/ha.



Remplissage du four.

EXEMPLES D'APPLICATIONS



Le projet RIFAC au Bénin, mise en œuvre par l'ONG ECLOSIO, a utilisé le biochar issu de la valorisation des balles de riz parmi ses multiples leviers d'optimisation de la riziculture de bas-fonds. 200 agriculteurs y ont été formés, et le projet a contribué à une meilleure gestion de l'eau et des intrants et à une augmentation du rendement au niveau des périmètres rizicoles emménagés. – même si cela ne peut être attribué à la seule pratique du biochar.



Le projet « Réhabilitation et protection des sols dégradés et renforcement des instances foncières dans les zones rurales du Burkina Faso » (ProSol) mis en œuvre par la GIZ au Burkina Faso, s'inscrit dans une dynamique de capitalisation et de valorisation des bonnes pratiques agricoles, notamment dans la restauration, voire l'amélioration de la fertilité des sols tropicaux.



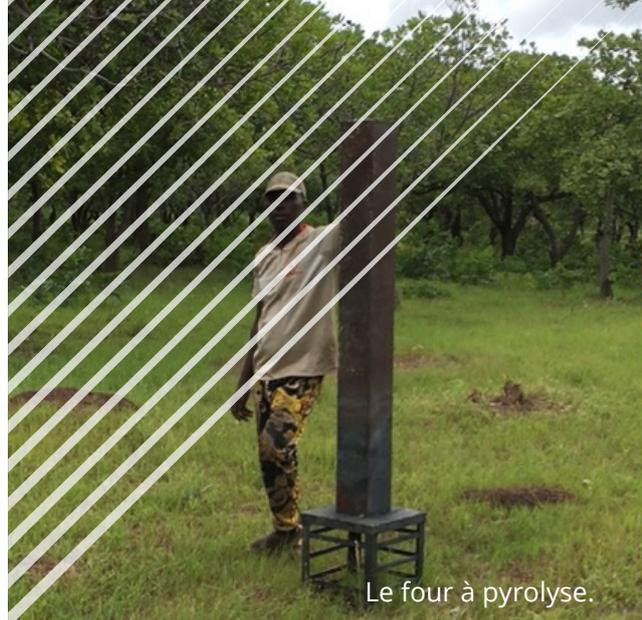
Dans le cadre du projet Guyafer du RITA en collaboration avec l'INRA, mis en œuvre en Guyane, différents types de matières organiques ont été testés (bois raméal fragmenté, biochar, compost, plantes de couverture) pour en déterminer leur capacité à améliorer la qualité du sol. Les amendements organiques testés ont montré des améliorations significatives sur la fertilité biologique des sols, en particulier en stimulant la biomasse microbienne. Toutefois, ces impacts diffèrent selon les types de matières organiques. Ils peuvent être limités dans le temps et peuvent dépendre des conditions pédo-climatiques de la zone.



Le projet Biochar 2021 mis en œuvre par l'INRAE (en France) a pour but de déterminer l'effet des nouveaux amendements, basée sur la combinaison de plusieurs types de biochar et du compost sur le stockage du carbone dans les sols.



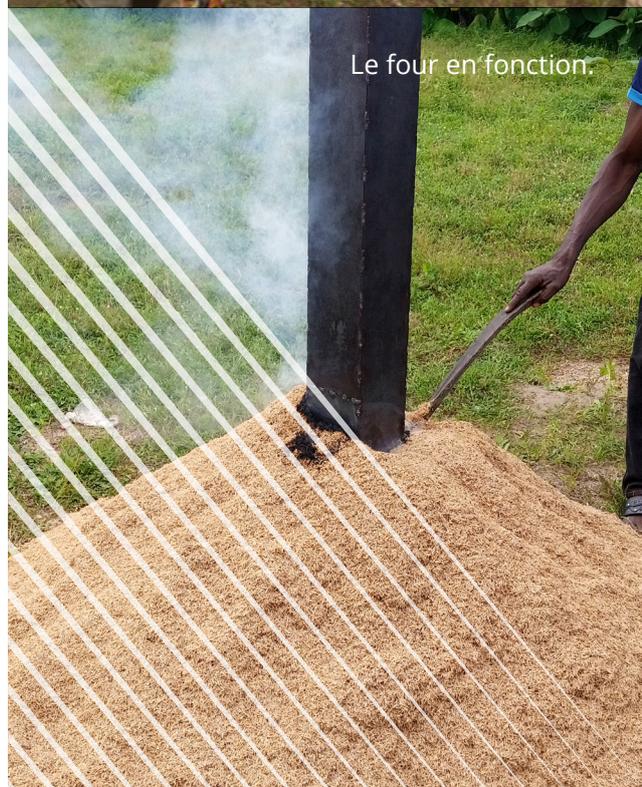
Le projet Vinichar mis en œuvre en France par les chambres d'agriculture de l'Aude et de l'Hérault en partenariat avec l'IFV, les distilleries locales et VT Green, ont mis au point un substrat hydrorétenteur spécifique pour la vigne à base d'un biochar issu de la valorisation des marcs de raisins. Une propriété ressort, la capacité de retenir l'eau.



Le four à pyrolyse.

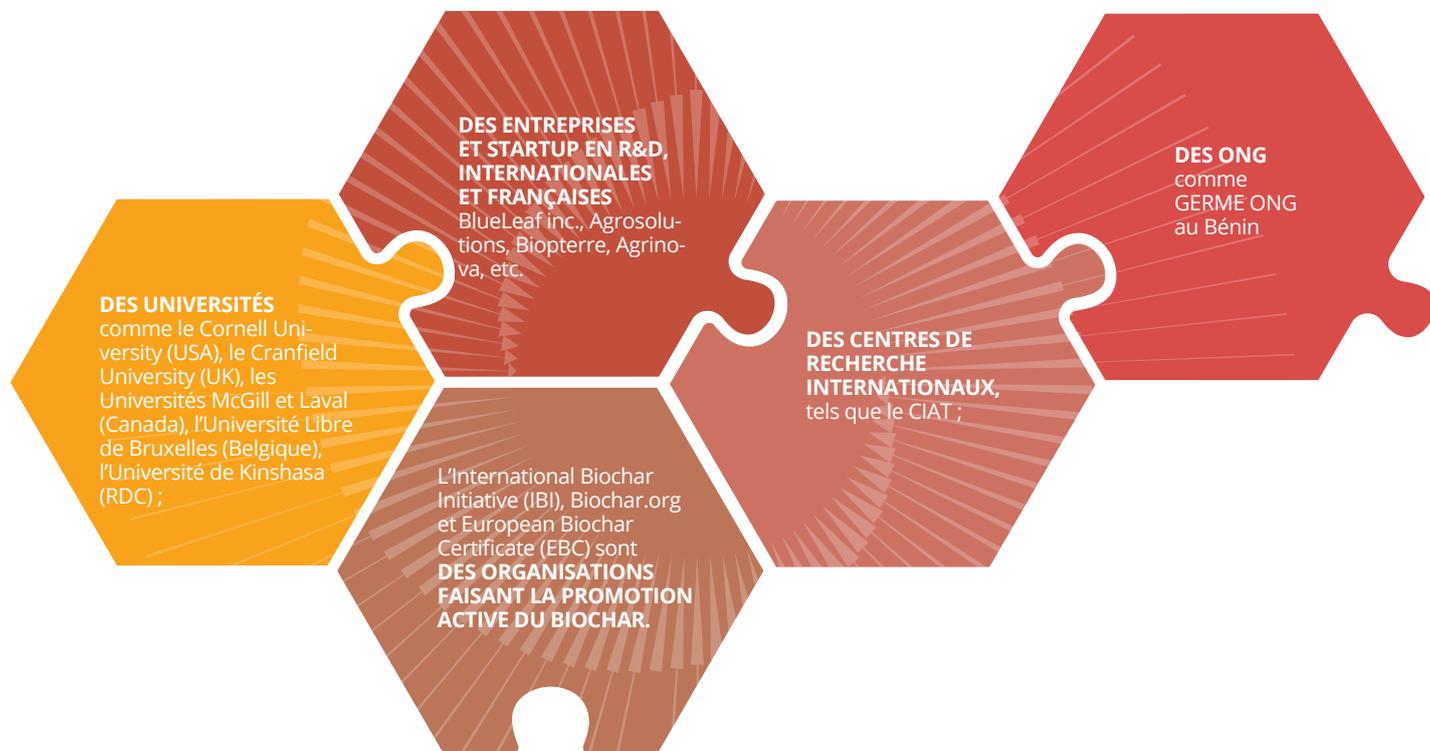


Collecte de biomasse.



Le four en fonction.

PLUSIEURS PARTIES PRENANTES PROMOUVANT LA RECHERCHE ET LE DÉVELOPPEMENT DE L'USAGE DU BIOCHAR PEUVENT ÊTRE CITÉES



BÉNÉFICIAIRES

La production et l'utilisation du biochar nécessite d'impliquer les producteurs (hommes et femmes), essentiellement en lien avec la culture de céréales et le maraîchage. La carbonisation de la matière première (quel que soit le type de biomasse pyrolysée) est souvent gérée par les hommes en raison de la maintenance du four. Cette pratique reste néanmoins accessible aux femmes, qui utilisent généralement le biochar pour amender leurs parcelles qui sont en général de petite taille.

FAISABILITÉ TECHNIQUE ET SOCIALE

La production de biochar est simple à mettre en œuvre. Toutefois, une formation sur les techniques de carbonisation doit être mis en œuvre en direction des producteurs/trices avant la vulgarisation des fours à pyrolyse.

CONTRAINTES D'APPLICATION / INCONVÉNIENTS



⚠ **Le faible rendement** à la production artisanale du biochar. Exemple : 100 kg de rachis de maïs produit 15 à 20 kg de biochar (contexte du Burkina Faso/ProSol-GIZ, 2020).

⚠ **L'absence de modus operandi** clair pour garantir son efficacité agronomique.

⚠ **L'utilisation d'un biochar ayant un pH trop élevé** sera limitante pour le développement de nouveaux substrats horticoles, l'augmentation de pH des substrats de culture pouvant nuire au développement des plantes. Par ailleurs, il a été démontré que des taux d'application élevés de biochar (> 67 t/ha) (produit à partir de litière de volaille) avaient un effet négatif sur les taux de survie des vers de terre, peut-être en raison de l'augmentation du pH ou des niveaux de sel.

⚠ **Le risque d'écoulement, d'érosion éolienne et de lessivage** par la pluie du biochar végétal de faible poids volumique et souvent poussiéreux doit faire l'objet d'une grande attention lors de son utilisation en plein champ. En ce qui concerne la méthode d'application, il est important d'être prudent lors de la manipulation du biochar sec car il est très poussiéreux et ne doit pas être répandu dans des conditions venteuses.

⚠ **Il est important de souligner que le biochar ne peut pas se substituer** entièrement aux autres matières organiques qui retournent au sol : tandis

qu'un recyclage biologique progressif des nutriments a lieu au cours de la décomposition d'un résidu de culture ou d'un engrais organique, le biochar ne se décompose pratiquement pas.

⚠ **L'enlèvement des résidus de culture** pour les utiliser comme matière première pour la production de biochar peut empêcher l'incorporation des résidus de culture dans le sol, ce qui peut entraîner de multiples effets négatifs sur les sols.

⚠ **L'introduction de biochar au sol** entraîne un apport direct en nutriments, contenus dans la cendre, lors de son application. Par la suite, il n'y aura pas ou pratiquement pas de minéralisation. On ne peut donc pas attendre d'un biochar qu'il stimule l'activité biologique à moyen ou long terme. Par conséquent, l'utilisation la plus prometteuse du biochar est sans doute de l'associer avec de la matière organique réactive et riche en azote, par exemple des fumiers qui seront préalablement co-compostés avec le biochar.

⚠ **Il est important de comprendre les interactions** entre le biochar et les communautés microbiennes du sol, qui peuvent affecter de manière critique la libération de CH₄ et de N₂O du sol, notamment les cycles biogéochimiques des nutriments inclus. Les futures recherches devraient se concentrer sur les interactions entre le biochar, le sol, les microbes et les racines des plantes après son application dans le sol.

3 // CONTRIBUTION À L'ADAPTATION

En contribuant à améliorer la santé des sols, le biochar peut favoriser la résilience face à la variabilité climatique. Par ailleurs, si aujourd'hui le potentiel d'amélioration de la rétention en eau du sol par le biochar ne fait pas consensus, cela représente un enjeu fort face aux modifications des régimes de pluies dans la région.

EFFETS / IMPACTS AGRONOMIQUES	<ul style="list-style-type: none">• Améliore le pH du sol à faible coût.• Augmente la capacité de rétention des éléments minéraux et la disponibilité du phosphore dans le sol.• Stimule et augmente l'activité microbienne du sol.• Améliore la porosité et participe à l'épuration du sol.• Augmente la rétention en eau du sol¹.• Accroît le rendement.
EFFETS / IMPACTS ÉCOLOGIQUES	<ul style="list-style-type: none">• Contribue à l'atténuation des émissions de CO₂, NH₄ et N₂O (voir section 4)• Évite la combustion en plein air de résidus agricoles traditionnellement pratiquée dans les pays du sud, ce qui permet de réduire les émissions et la pollution de l'air• Diminue les émissions de N₂O et de méthane dans les sols hydromorphes (rizières de bas-fonds).• Favorise l'interception de contaminants.
EFFETS/IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES (EMPLOIS, REVENUS DES MÉNAGES, PÉNIBILITÉ DES TRAVAUX DES FEMMES, OHÉSION SOCIALE, FONCIER, AUTRES)	<ul style="list-style-type: none">• Augmentation des revenus agricoles : l'application du biochar obtenu à partir de fumier de bétail sur un sol sablonneux avec une dose de 15 et 20 t/ha peut augmenter le rendement en grains de maïs de 150% et 98%.• Amélioration de la sécurité alimentaire par le gain des rendements des cultures.• Commercialisation des surplus de récoltes permettant d'améliorer les conditions de vie des ménages (scolarisation des enfants, soins médicaux, etc.).• Affranchissement de l'achat des intrants chimiques (NPK).• Larges avantages sociaux liés à la santé peuvent être attribués au potentiel du biochar pour l'assainissement et la décontamination des sols en métaux lourds (toxicité aluminique).• La valeur économique de l'application du biochar pour les producteurs, incluant potentiellement l'obtention de crédits carbone, reste à établir.
NIVEAU D'ADOPTION DE LA TECHNIQUE	<ul style="list-style-type: none">• La fabrication de biochar est une pratique bien diffusée en Afrique de l'Ouest et relativement bien documentée.

2. L'ajout de biochar au sol peut avoir des effets directs et indirects sur la rétention d'eau du sol, qui peuvent être de courte ou de longue durée, et qui peuvent être négatifs ou positifs selon le type de sol. Les effets positifs dépendent des applications élevées de biochar. Aucune preuve concluante n'a été trouvée pour permettre l'établissement d'une relation sans équivoque entre la rétention d'eau du sol et l'application de biochar.

3. Uzoma K. C. ; Inoue M. ; Andry H. ; Fujimaki H. ; Zahoor A. & Nishihara E. (2011) : Effect of cow manure biochar on maize productivity under sandy soil condition. Soil Use and Management, 27 : 205-212.

4 // CONTRIBUTION À L'ATTÉNUATION

Au-delà du carbone piégé dans le biochar lui-même et qui peut persister dans les sols sur de longues périodes, le biochar offre également de nombreux autres avantages potentiels, qui permettent de limiter les émissions de gaz à effet de serre ou d'accroître la séquestration de carbone.

- ✓ **Pression moindre** sur les forêts et maintien des stocks de carbone existants, tout en évitant les émissions de CH₄ dues à la production traditionnelle de charbon de bois ;
- ✓ **Amélioration de la vie microbienne** du sol et fertilité du sol : le biochar peut améliorer la fertilité des sols, stimulant ainsi la croissance des plantes, qui captent alors plus de CO₂ dans un effet de rétroaction positif.
- ✓ **Réduction des émissions** provenant des matières premières : la conversion des déchets agricoles et forestiers en biochar peut éviter les émissions de CO₂, N₂O et CH₄ autrement générées par la décomposition naturelle ou la combustion des résidus agricoles traditionnellement pratiquée dans les pays du sud.
- ✓ **Réduction des apports d'engrais** : le biochar peut réduire le besoin d'engrais chimiques, ce qui entraîne une réduction des émissions de gaz à effet de serre provenant de la fabrication des engrais.
- ✓ **Production d'énergie** : l'énergie thermique - ainsi que les bio-huiles et les gaz de synthèse - générée lors de la production de biochar peut être utilisée pour remplacer l'énergie positive en carbone provenant des combustibles fossiles.

POTENTIEL EN TERMES
D'ATTÉNUATION DES
GAZ À EFFET DE SERRE (GES)
TONNE DE CO₂/HA
1 TONNE DE BIOCHAR
=
2,8 - 3 TONNES
D'ÉQUIVALENT CO₂
SÉQUESTRÉ.



Des systèmes durables de biochar pourraient, selon certaines études, compenser 130 Gt CO₂-Ce sur 100 ans⁴.

A noter toutefois, que les effets du biochar en matière d'atténuation sont très variables et dépendent fortement des conditions de fabrication du biochar et de l'environnement pédoclimatique. De même, les mécanismes sous-jacents à la réduction des émissions de N₂O liées à l'utilisation du biochar sont encore mal compris et les seuils largement inconnus.

Enfin, le biochar doit être considéré en parallèle et complément d'autres stratégies d'atténuation, et ne peut être considéré comme une alternative à la réduction des émissions de GES du secteur agricole. Du point de vue de la conservation des sols, le biochar peut faire partie d'un ensemble de pratiques plus large. Dans ce cas, il doit être considéré en combinaison avec d'autres techniques (co-compostage).

4. Woolf D. et al. (2010) : Sustainable biochar to mitigate globale climate change. Nature Communications, 1:56 doi: 10.1038/ncomms1053.

5 // COÛT ET RETOUR SUR INVESTISSEMENT À L'HECTARE

ANALYSE COÛTS/BÉNÉFICES DE LA PRATIQUE

CHARGE BRUTE	PRODUIT BRUT	MARGE BRUTE
<ul style="list-style-type: none"> - Four biochar : 30 000 Fcfa - Petit matériel (arrosoir, râteau, houe) = 10 000 Fcfa - Main d'œuvre (collecte de la biomasse + eau) = 15 000 Fcfa Total : 55 000 Fcfa	1 charretée biochar = 3 000 Fcfa 3 000 x 30 = 90 000 Fcfa	90 000 – 55 000 = 15 000 Fcfa

(Données Projet ProSol/GIZ, 2020)

D'après le projet ProSol mis en place par la GIZ en 2020 au Burkina Faso, la marge brute liée à la production de biochar est d'environ 15 000 FCFA.

AUGMENTATION POTENTIELLE DE LA PRODUCTION (EN %) LIÉE AU DÉPLOIEMENT DU BIOCHAR

TYPE DE CULTURE	AUTEURS	LOCALISATION	TYPE DE SOL	QUANTITÉ DE BIOCHAR (T / HA)	AUGMENTATION DE RENDEMENT (%)
Riz	Asai et al.	Houay-Khot, Nord du Laos	upland	8	70 %
Riz	Stenier et al.	Manuas, Brésil	xanthic ferralsol / laterite	11	73 %
Riz	Masulili et al.	Sungai Kakap, Indonesia	acid sulphate soil	10	93 %
Riz	Zaitun et al.	Empretring, Indonesia	-	10	57 %
Canne à sucre	Chen et al.	Okinawa, Japan	shimajiri maji (clay)	7,2	78 %
Tomate	Effah et al.	Kade, Ghana	forest ochrosol	7	177 %
Cotton	Reddy	Midjil Mandal, Andhra Pradesh, India	alkaline	3,75	100 %
Choux	Carter et al.	Siam Reap, Cambodia	sandy acidic	100	750 %
Maïs	Major et al.	Llanos Orientales, Colombia	savanna oxisol	8	71 %
Maïs	Major et al.	Llanos Orientales, Colombia	savanna oxisol	20	140 %
Maïs	Kimetu et al.	Vihiga, western Kenya	highly degraded ultisol	6	71 %
Peanut	Islami et al.	Malang, Indonesia	clay loam	15	54 %
Niébé	Tagoe et al.	Gifu, Japan	sandy loam	-	146 %
Oignon	Pro-Natura	Sénégal	-	10	50 %

L'augmentation de rendement pour la récolte suivant l'application du biochar varie selon les cultures, les zones géographiques, et la quantité appliquée, allant de +50% à +750%.

5. Quantité requise pour 1 ha.

6 // ASPECTS INSTITUTIONNELS



RÉSEAUX ACTUELS DE DIFFUSION / VULGARISATION / PRODUCTION

Il existe un grand nombre d'initiatives ou réseaux mettant en avant les techniques liées au biochar, et sur lesquels les acteurs pourront s'appuyer pour guider la mise en œuvre/la diffusion.

NetZero : <https://netzero.green>

Agrosolutions : <https://www.agrosolutions.com>

Groupe Bordet : <https://carbonex.fr/fr/>

Airex Energie : <http://www.airex-energy.com/fr/accueil>

Pyrovac : <https://pyrovac.com/a-propos/>

Bluefield Renewable Energy Pte Ltd. : <https://bluefieldrenewable.com/about/>

Oxford Charcoal Biochar Ltd: <http://www.oxfordbiochar.org>

Biochar.org : www.biochar.org

International Biochar Initiative (IBI) : <https://biochar-international.org>

European Biochar Certificate (EBC) : <https://www.european-biochar.org/en>

Industrie Forestière d'Ouessou (IFO) : <https://www.interholco.com/fr/>

NUTRIMAN : https://nutriman.net/farmer-platform/product/id_1571

Initiative GreenFacts : <https://www.greenfacts.org/fr/index.htm>

Biopterre (R&D) : <https://www.biopterre.com>

Agrinova (R&D) : <http://agrinova.qc.ca>

Carboniq : <https://carboniq.com/#expertise>

CRIQ/IRDA (R&D) : <https://www.irda.qc.ca/en/achievments/technology-transfer/pyrolysis/>



STRATÉGIES POSSIBLES DE DIFFUSION

- Formation des techniciens et des producteurs ;
- Visites d'échanges entre producteurs ;
- Réalisation de fiches techniques traduites en langues nationales ;
- Information de masse par des publications dans les journaux de développement et dans les quotidiens d'information ;
- Développement - d'une campagne d'information ;
- Sensibilisation et -renforcement de capacités - des acteurs de mise en œuvre ;
- Adoption de l'approche participative dans toutes les actions liées à la mise en œuvre de la pratique ;
- Création - des champs écoles et/ou parcelles de démonstration.
- Vulgarisation via outils digitalisés



LOCALISATION DE LA TECHNIQUE ET EXTENSION GÉOGRAPHIQUE POSSIBLE

La technique est applicable dans toute la zone sahéenne et soudano-sahéenne. Le biochar se pratique de préférence sur sol sableux et pauvre et sous climat tropical.

7 // POUR ALLER PLUS LOIN



CONTACTS

ECLOSIO Bénin // www.eclosio.org // **Contact** : Sophie.pascal@eclosio.org



SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

Anderson C. ; Condron L. ; Clough T. ; Fiers M. ; Stewart A. ; Hill R. and Sherlock R. (2011) : Biochar induced soil microbial community change : Implications for biogeochemical cycling of carbon, nitrogen and phosphorus. *Pedobiologia*, 54 (5-6) : 309-320.

Cissé D. (2022) : Effets des amendements à base de biochar sur les paramètres agropédologiques dans une rotation coton-mais à l'ouest du Burkina Faso. (Thèse PhD). Cotutelle Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège, Belgique et Université Nazi BONI de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 126 p.

Kanouo B.M.D. (2017) : Production et utilisation du biochar pour l'amendement des sols rouges lessivés tropicaux. Thèse en Sciences forestières. Université de Laval, 118 p.

Lange S.F. ; Allaire S.E. ; Charles A. ; Auclair I. & Bajzak C.E. (2018) : Propriétés physicochimiques de 43 biochars. CRMR-2018-SA1. Centre de recherche sur les matériaux renouvelables, Université Laval et GECA Environnement, Québec, Canada, 60 p.

Lehmann J. ; Gaunt J. & Rondon M. (2006) : Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems – A review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 11 : 403-427.

Naisse C. (2014) : Potentiel de séquestration de carbone des biochars et hydrochars, et impact après plusieurs siècles sur le fonctionnement du sol. Thèse en Sciences du sol et de l'environnement. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI. 120 p.

Onana Lebongo S. A. (2011) : Production de biochar à partir de la balle de riz : de l'étude de la ressource à la valorisation du produit. Master GEER, 2IE, Bénin. 50 p.

Scholz S.M. ; Sembres T. ; Roberts K. ; Whitman T. ; Wilson K. & Lehmann J. (2014) : Biochar Systems for Smallholders in Developing Countries. Leveraging Current Knowledge and Exploring Future Potential for Climate-Smart Agriculture. World Bank Studies. Washington, DC: World Bank, 208 p.

Streubel J.D. ; Collins H.P. ; Garcia-Perez M. ; Tarara J. ; Granatstein D. & Kruger C.E. (2011) : Influence of contrasting biochar types on five soils at increasing rates of application. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 75 : 1402-1413.

Zhang A.F. ; Bian R.J. ; Pan G.X. ; Cui L. ; Hussain Q. ; Li L. ; Zheng J. ; Zheng J. ; Zhang X. ; Han X. & Yu X. (2012) : Effect of biochar amendment on soil quality, crop yield and greenhouse gas emission in a Chinese rice paddy : A field study of 2 consecutive rice growing cycles. *Field Crops Research*, 127 : 153-160.



INTRA-ACP GCCA+ PROGRAMME An initiative of the ACP Group of States funded by the European Union's European Development Fund

CONTACTS

ECLOSIO Bénin

Sophie.pascal@eclosio.org

www.eclosio.org

En savoir plus sur le projet GCCA+ Afrique de l'Ouest : www.arana.org