BritishRedCross

Pratique 3

Production de biochar et son utilisation



©Salaasti- www.salaasti.com

Résumé de l'activité

Le biochar est un type de charbon obtenu par pyrolyse, c'est-à-dire par la décomposition thermique de matières organiques, comme les résidus végétaux, en l'absence ou avec peu d'oxygène. Ce processus produit un charbon stable et riche en carbone, qui peut ensuite être utilisé pour plusieurs applications.

La fabrication de biochar et de briques de biochar permet de produire un **combustible de cuisson vert**. Cela fait partie de la stratégie visant à remplacer le bois de chauffage par des pellets ou des briquettes fabriqués à partir de résidus agricoles, de déchets de bois non alimentaires et agro-industriels ou de biomasse verte.

En agriculture et dans les pratiques de gestion durable, le biochar est souvent vu comme un outil de lutte contre le changement climatique et comme une technique bénéfique pour la sécurité alimentaire, car il peut aider à rendre les sols plus résilients et productifs.



Fabrication de briquettes de biochar au Togo, ©CRIIT-Lado concept

1. Considérations vertes et climato-intelligentes

Pour comprendre les avantages environnementaux du biochar, il est essentiel de se pencher d'abord sur son processus de fabrication.

Le biochar est produit à partir de déchets organiques par pyrolyse, un procédé de décomposition chimique de la biomasse réalisé à haute température (environ 400 à 500 °C) en présence limitée d'oxygène. Contrairement à la combustion, qui libère le carbone sous forme de gaz à effet de serre, la **pyrolyse piège** le **carbone sous une forme solide dans le biochar**. Ce biochar, stable et lentement dégradable, peut être incorporé dans les sols pour enrichir le carbone organique, augmentant ainsi leur fertilité et contribuant à la lutte contre le changement climatique, puisque le CO_2 n'est pas libéré dans l'atmosphère.
Par ailleurs, la pyrolyse génère également des gaz énergétiques récupérables, qui peuvent servir à la production d'énergie (méthane et monoxyde de carbone).

Considérations environnementales et climatiques

1. **Séquestration du carbone**
   Le biochar stocke le carbone de manière stable dans le sol pendant des décennies, voire des siècles, empêchant ce carbone de retourner dans l'atmosphère sous forme de dioxyde de carbone (CO_2). C'est donc une méthode de séquestration du carbone, essentielle pour atténuer les émissions de gaz à effet de serre.

2. **Amélioration de la résilience des sols**
   En améliorant la rétention d'eau, la porosité et la fertilité des sols, le biochar rend les sols plus résistants aux conditions climatiques extrêmes (sécheresses ou fortes pluies). Cela favorise la résilience des cultures face aux changements climatiques.

3. **Réduction des émissions de gaz à effet de serre agricoles**
   Le biochar peut réduire les émissions de méthane et de protoxyde d'azote, deux puissants gaz à effet de serre, en améliorant les conditions de décomposition organique dans le sol. Il agit donc comme un régulateur des processus biologiques qui génèrent ces gaz dans les sols.

4. **Réduction des engrais chimiques et du brûlis**
   Le biochar améliore l'efficacité de l'utilisation des nutriments par les plantes, réduisant ainsi le besoin de recours aux techniques agricoles néfastes telles que les engrais chimiques, dont la production et l'utilisation génèrent souvent des émissions de gaz à effet de serre. Le biochar est capable de remplacer l'agriculture itinérante sur brûlis, inefficace et vieille de plusieurs siècles.

5. **Valorisation des déchets organiques**
   La production de biochar utilise des résidus organiques (comme des déchets agricoles), réduisant ainsi les déchets et offrant une seconde vie aux sous-produits agricoles.
   Cela contribue à une **économie circulaire** et réduit les impacts environnementaux associés aux déchets.

6. **Lutte contre la déforestation**
   La fabrication de biochar et de briques de biochar à partir de déchets organiques ou de biomasse permet de produire un combustible de cuisson vert, réduisant donc la déforestation.

7. **Réduction de l'acidification des sols et pollution des eaux**
   Le biochar peut neutraliser les sols acides et retenir certains polluants, comme les métaux lourds ou les résidus de pesticides. Cela limite la pollution des eaux souterraines et contribue à une gestion plus écologique des ressources naturelles.

8. **Production de biogaz**
   La pyrolyse de la biomasse produit également des gaz (syngas), qui peuvent être captés et utilisés comme source d'énergie, offrant ainsi un usage énergétique complémentaire.



Sur le plan climatique, le rapport spécial de 2018 du GIEC (www.ipcc.ch/report/sr15) cite le biochar comme une technologie très prometteuse pour la séquestration de carbone à grande échelle pour lutter contre le changement climatique, puisqu'il permet de stocker durablement en dehors de l'atmosphère du carbone initialement capté par les plantes

Un autre avantage environnemental de l'utilisation du biochar : lutte contre les espèces exotiques envahissantes

De nombreuses espèces végétales, ont été introduites en Afrique à partir d'autres régions puis elles se sont propagées de pays en pays, causant fréquemment des pertes économiques et écologiques significatives. Certaines de ces plantes peuvent être transformées en biochar, réduisant leur impact tout en apportant des bénéfices pour les sols et le climat. Voici ici quelques exemples, le plus connus au Sahel.



Thypha Latifolia
©Jeffedelonge, Wikipedia

Massette (Typha sp.) : la prolifération de cette plante aquatique dans le bassin du fleuve Sénégal, accentuée par les barrages, augmente les risques d'inondation, réduit les activités de pêche, et perturbe les habitats locaux.

La plante est alors exploitée pour produire du « charbon de typha », un combustible utilisé pour la cuisine, offrant donc une alternative durable à l'utilisation du bois de chauffe.

Jatropha sp. (J. curcas et J. gossypiifolia) sont deux espèces d'arbres souvent plantées comme haies et brise-vents. Leurs fruits se propagent facilement par les cours d'eau, permettant à la plante de germer et de s'établir rapidement après les pluies, en utilisant l'eau des petites averses. Une fois établies, elles peuvent former des fourrés denses qui dominent et excluent la végétation indigène.



Une haie brise vent de Jatropha ©resad-sahel.org



Prosopis chilensis, ©Dick Culbert, Feedipedia.org

Mesquite chilien (Prosopis Chilensis) : introduit pour lutter contre la désertification, est résistant à la sécheresse et pousse dans des sols pauvres. Bien qu'utile pour l'ombrage et le bois, il est devenu envahissant dans certaines zones, menaçant la biodiversité.
Des initiatives, comme la Grande Muraille Verte, utilisent le biochar produit à partir de Prosopis chilensis pour revitaliser les sols, soutenir la reforestation et promouvoir l'agriculture durable, contribuant ainsi à la sécurité alimentaire.

Herbe du Laos (Chromolaena Odorata) : originaire d'Amérique du Sud, a été introduite en Afrique pour couvrir les sols et lutter contre l'érosion. Elle pousse rapidement, formant des massifs denses atteignant jusqu'à 2 mètres de hauteur, et sa croissance est stimulée par des stress comme les feux, les coupes et la sécheresse. Bien qu'elle soit envahissante dans les pâturages et peu appétente pour le bétail, sa transformation en biochar, riche en nutriments essentiels, en fait un amendement efficace pour les sols pauvres



Chromolaena Odorata,
©L. Shyamal, Wikipedia

Autres exemples de plantes dite "envahissantes" utilisées pour la production de biochar

2. Populations et zones agroécologiques cibles

Populations cibles :

L'activité est idéale pour un groupe, éventuellement des jeunes désœuvrés, mais dynamiques et motivés, et réunis en **groupement de solidarité, une association de développement ou en groupe d'intérêt économique** réuni autour d'une activité génératrice des revenus.

L'activité pourrait également correspondre à une branche locale de la Croix Rouge comme une activité génératrice de revenus.

Zones agroécologiques :

En ce qui concerne la localisation de l'activité, il est essentiel de choisir une **zone qui peut répondre aux fortes demandes en matière première**. Cela peut être à proximité des champs cultivés, où il y a une abondance de paille, de coques d'arachides ou d'autres résidus agricoles, ou près des zones envahies par des plantes invasives telles que le Typha et la Jatropha.

Il est également avantageux d'installer **l'unité de production de biochar près d'une ville** pour faciliter la commercialisation et réduire les coûts de transport, **ou à proximité d'une zone agricole** pour transformer et commercialiser le biochar directement pour l'agriculture.

3. Conditions prealables



Exercice de mapping des acteurs :

- Répertorier tous les acteurs engagés dans des projets ou programmes similaires ou complémentaires.
- Échanger avec eux pour apprendre de leur expérience.



Consultation des services techniques :

- Discuter avec les services techniques des ministères concernés (Agriculture, Énergie) pour introduire l'idée et obtenir leur opinion.



Étude de faisabilité et business plan :

- Effectuer une prospection des sites de production possibles en fonction de la disponibilité des matières premières (paille, résidus agricoles, plantes envahissantes). Cela constituera le premier élément du business plan.
- Réaliser une analyse de marché pour identifier tous les débouchés commerciaux et les produits adaptés (bio-charbon ou biochar agricole), ainsi que leur intérêt commercial.
  Cela servira de deuxième élément du business plan.
- Déterminer les principaux risques associés au projet, leur probabilité, leur impact potentiel et les moyens de mitigation prévus (voir également la section 8 – goulots d'étranglements)
- Analyser la rentabilité et la viabilité du projet en se basant sur des projections de revenus et de charges réalistes, ainsi que les barrières à l'entrée et les perspectives de croissance. (Concurrence, manque de compétences, de capital, des relations avec les fournisseurs, etc.).



Mise à jour des prix des matériels et des produits finaux :

- En parallèle avec l'étude de marché, mettre à jour les prix des équipements et des matériels pour recalculer l'investissement, les coûts de revient et les profits éventuels.

4 . Travail avec les communautés

Comme chaque fois avant d'implanter une nouvelle activité dans une communauté, il est crucial de consulter les chefs, les représentants de la communauté, les autorités locales, les services techniques et les agents de vulgarisation pour obtenir leurs avis. Il faut également parler avec les agriculteurs bien informés, notamment les "**agriculteurs chefs de file**" s'ils existent, et définir les risques potentiels en discutant avec les communautés.

Organiser des discussions de groupe avec les populations directement concernées et les commerçants respectés pour présenter l'idée, obtenir leurs opinions et explorer les points de vente et réseaux alternatifs est essentiel. Une fois la décision prise, il est important de définir les critères de sélection des bénéficiaires, de consacrer du temps aux préparatifs, d'établir des procédures standard et organiser la formation via des démonstrations sur le terrain, et collaborer étroitement avec les représentants communautaires et agents de vulgarisation.

Pour plus de détails, se référer au chapitre intitulé **«Les activités communes à toutes les pratiques»**.

Le Moringa Oleifera



Sans biochar



Avec biochar

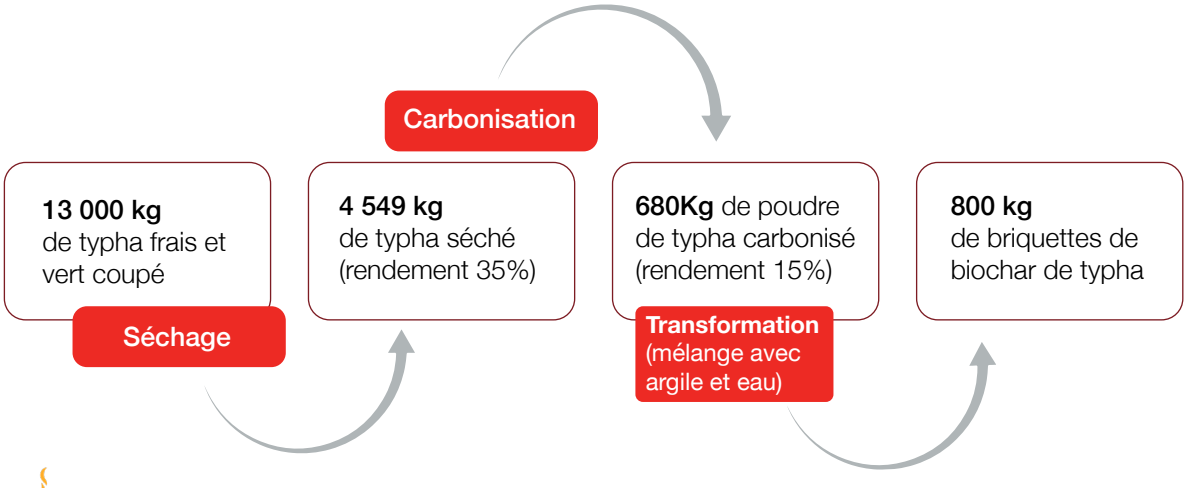
Expérience de plantation de Moringa Olifeira avec et sans biochar, par Dr Mohamed Bouchentouf en Algerie
©Pro-Natura International-groupe.africatech@gmail.com

5. Description du processus de mise en œuvre

L'activité est répartie autour de trois (3) phases séparées, mais complémentaires

- **Phase 1 : la production de biochar** est une activité journalière et physique, et demande une très bonne condition physique.
- **Phase 2 : la transformation de biochar** en amendement de sol ou autre selon l'utilisation que l'on veut faire du biochar.
- **Phase 3 : la commercialisation du biochar** est une étape primordiale pour que l'activité soit rentable et donc puisse générer de revenus pour les producteurs.

Le diagramme ci-dessous présente les rendements que l'on peut espérer obtenir à partir de l'exemple d'utilisation du typha pour produire du biochar (source : **Guide de production artisanale de charbon de Typha en alternative au charbon de bois en Mauritanie**- GRET, ISAT de Rosso-avril 2016)



Phase 1 : Production de biochar

Collecte des déchets verts

La production de biochar démarre avec la collecte de biomasse, que ça soit la **paille** ou des **résidus agricoles**, ou la **récolte de matériel végétal frais comme le typha.**

Pour produire 700 à 800kg de charbon de typha par mois, il faut environ 13 000 Kg de typha frais (soit une surface de 13m2 de typha).



©Ismaila Fall (isomael)



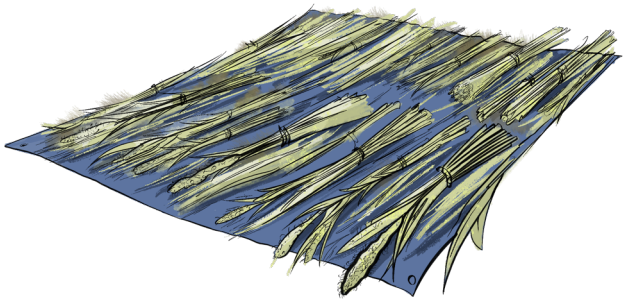
©Ismaila Fall (isomael)

Il est évident que le bois utilisé pour la fabrication du biochar doit provenir de sources locales et être destiné à être jeté ou bien provenant de plantes dites invasives.

Il serait insensé de couper des arbres centenaires ou des éléments essentiels à l'écosystème simplement pour produire du biochar.

Séchage

Si l'on utilise de la biomasse fraîche, comme les massettes (typha), il est essentiel de réduire son taux d'humidité pour obtenir une carbonisation optimale. L'humidité de la **biomasse brute doit être réduite à environ 25 à 30 %,** un niveau généralement atteint **après deux semaines de séchage à l'air libre.**



©Ismaila Fall (isomael)

Carbonisation ou pyrolyse

La carbonisation est l'étape cruciale du processus, permettant de transformer la biomasse sèche en poudre de carbone. Pour cela, **un four spécial est utilisé**, capable de contrôler précisément l'atmosphère interne et la température.

Contrairement à un feu ouvert, le four à biochar fonctionne sans flammes vives, avec un apport limité en oxygène. La biomasse, composée de différents matériaux, y est lentement cuite à l'étouffée jusqu'à sa conversion en charbon riche en carbone.



©Ismaila Fall (isomael)

La séquence ci-dessous est extraite et résumée du « **Guide de production artisanale de charbon de Typha en alternative au charbon de bois en Mauritanie** » qui explique le processus de production de biochar développé dans le cadre du Projet Typha soutenu par l'Union européenne et l'APAUS, et mis en œuvre en Mauritanie par le GRET, le Parc national de Diawling et l'Institut supérieur d'enseignement technologique (ISET)de Rosso, entre septembre 2011 et avril 2016. Les crédits photos sont attribués au GRET et a l'ISET.

La fabrication étapes par étapes du **four carbonisateurs** dit « modèle 3 fûts » est détaillée en annexe du guide.

https://gret.org/wp-content/uploads/2021/12/Cahier-Technique-n%C2%B01_Guide-de-production-artisanale-de-charbon-de-typha.pdf



Le carbonisateur est posé sur un espace dégagé et totalement aplani. Tout matériau susceptible de s'enflammer aux alentours est enlevé. Le cylindre est posé sur trois pierres pour le soulever de quelques centimètres.



Remplissage du carbonisateur.





Fermeture du couvercle et dépôt de terre pour l'**étanchéité**, fermeture de la base du carbonisateur.



Création des évents à la base du carbonisateur
Les évents sont des ouvertures ou des dispositifs d'aération intégrés, leur fonction est de réguler la ventilation et l'humidité à l'intérieur.



Mise à feu et carbonisation : Le carbonisateur est allumé par le chapeau ou par les évents. Comme la carbonisation est un processus de combustion partielle (une partie de la matière enfournée est brûlée pour fournir la chaleur nécessaire au démarrage de la carbonisation), **le contrôle de l'admission de l'air est le facteur déterminant du fonctionnement du carbonisateur**.
Le front de carbonisation dans un tel carbonisateur se déplace du haut vers le bas. Après la mise à feu, le carbonisateur doit faire l'objet d'une étroite surveillance. Les évents sont régulièrement inspectés. Une fois qu'il y'a apparition du feu sur un évent, celui-ci est fermé et un autre ouvert pour faciliter le déplacement du feu dans le carbonisateur. La carbonisation dure environ 1heure.



Refroidissement et défournement :
Une fois la carbonisation terminée, tous les évents sont bouchés et le couvercle est fermé avec son chapeau (ajout de sable pour l'étanchéité). Ensuite commence le refroidissement. **Le refroidissement demande de 3h à 6h.** Le refroidissement ne demande pas de surveillance.



Le défournement peut ensuite avoir lieu avec une pelle pour charger la matière carbonisée dans des sacs de riz de 50 kg. **Le Typha non carbonisé ne doit pas être mis en sac.** Il doit être laissé dans le carbonisateur.

Une méthode plus simple de défournement consiste à faire basculer le cylindre sur la tranche afin de ramasser le Typha carbonisé au sol en ayant pris soin d'enlever le couvercle avant.



Poudre de biochar de typha carbonisé

La carbonisation de la biomasse, comme la paille ou le Typha, est considérée comme rapide par rapport aux processus de carbonisation de plusieurs jours nécessaires pour produire du charbon de bois.

La carbonisation dans les carbonisateurs semi-industrielles (**modèle 3 fûts**), d'une capacité de **90Kg**, dure autour d'une heure, auquel se rajoute environ **6 heures** de refroidissement.

Le Carbonisateur, la clé de la production de Biochar

Ce procédé permet d'éliminer de la biomasse tous les éléments qui pourraient être source de fumée, d'odeurs et d'étincelles. Par une élévation de la température et en absence de l'oxygène, les fractions liquéfiables et gazéifiables (humidité et matière végétale/organique volatile), seront extraites de la biomasse afin de ne conserver que le carbone et quelques minéraux (futurs cendres). Cette étape se fait dans des fours métalliques, spécialement conçus.

Il existe plusieurs modèles, décrites dans les documents ci-dessous :

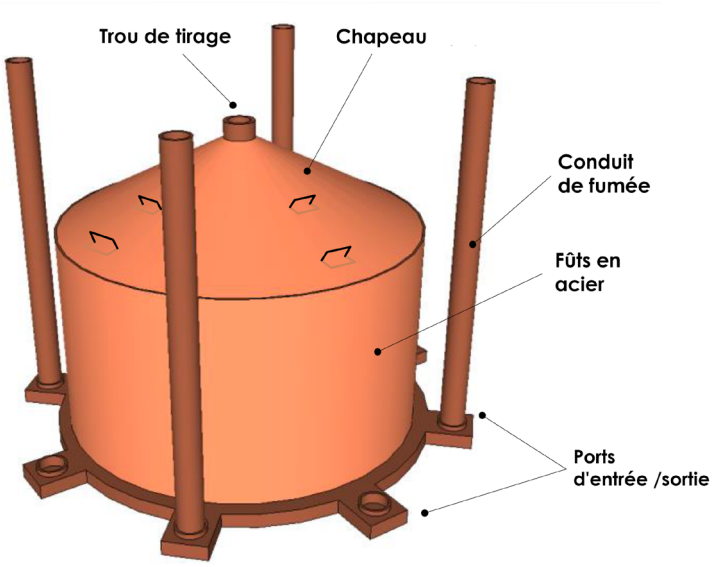


©GRET

Modèle « 3 fûts » en taules galvanisées constitués d'un cylindre, d'un couvercle et d'un chapeau. La méthode de fabrication du carbonisateur est détaillée en annexe du « **Guide de production artisanale de charbon de Typha en alternative au charbon de bois en Mauritanie** » du GRET et de l'ISET.

Guide de production artisanale de charbon de Typha





Modèle « SUPERCHAR 100 MK II » de Carbon Gold, présenté dans la Lettre d'information Pro-NATURA Avril 2013 « Nouvelle Agriculture écologique au Biochar »

https://www.pronatura.



Figure 1©Pro-Natura International

Modèles CarboChar 1, CarboChar 2 et CarboChar 3, présentées dans le mémorandum de Pro-NATURA International de Mars 2019 'Description technique du CarboChar'. Une des inconvénients de ces trois modèles est qu'il nécessitent une puissance électrique sur site d'au moins 50 KVA en 380 V et 50 Hz, et consomment respectivement 14 kWh, 18 kWh et 25 kWh.

www.pronatura.org/

Unité très artisanale : fabriquer son four à biochar pour pouvoir faire soi-même son biochar ou son charbon actif, dans le but de fertiliser son jardin, améliorer son sol ou potabiliser son eau, tutoriel présenté par Low Tech Lab :

Four à Biochar



©Yann Gressier

Les données de la carbonisation en biochar

Le tableau ci-dessous est extrait du « **Guide de production artisanale de charbon de Typha en alternative au charbon de bois en Mauritanie** » du GRET et de l'ISET (avril 2016), page 18. Il présente les principales données concernant le temps et les installations nécessaires pour un site de carbonisation, permettant de produire environ 700 kg de biochar par mois à partir de 4 549 kg de typha séché soit environ 13 000 de typha frais.

Données de la carbonisation pour un mois	Valeurs
Rendement de la carbonisation	**15%**
Capacité d'un carbonisateur (Typha sec)	**90 kg**
Nombre de carbonisations nécessaires par mois	**50**
Nombre de carbonisateurs installés	**4**
Nombre moyen d'heures nécessaire pour une carbonisation	**1h**
Durée d'une carbonisation (avec refroidissement)	**6 h**
Nombre d'heures pour le déchargement du carbonisateur et transport à l'unité de production	**30 minutes**
Nombre de carbonisation par jour par carbonisateur	**1**
Nombre de carboniseurs (opérateurs)	**4**
Nombre de matinées de carbonisation par mois (si une carbonisation par jour)	**13**
Masse de poudre de Typha carbonisée produite par mois	**680 kg**
Nombre total d'heures travaillées par mois	**75h**
Nombre total d'heures par carbonisatrice par mois	**19 h**



Phase 2 : Transformation du biochar selon son utilisation finale

C'est à partir de cette étape que le produit va être traité différemment selon son utilisation future. Pour produire un combustible, le produit passe par les **processus de briquetage**, et pour son **utilisation en agriculture, il doit d'abord être activé**, c'est-à-dire chargé par les micro-et macro-éléments nutritifs pour les plantes.

Pour l'utilisation comme combustible

- **Mélange du produit carbonisé**
  La biomasse carbonisée est trop friable pour être directement utilisée comme combustible. Afin de préparer sa mise en forme en briquette de charbon, elle est broyée grossièrement et **mélangée à un liant** (l'argile ou la gomme d'Acacia) **et de l'eau**, ce qui permet **son agglomération**.

- **Briquetage**
  L'étape de briquetage permet de mettre en forme ce mélange. Pour se faire, une presse motorisée est utilisée. La matière entre dans la presse sous forme de pâte et ressort sous forme de briquettes de charbon.

- **Séchage des briquettes**
  Les briquettes de charbon sont récupérées à la sortie de la presse, coupées en taille de 10 cm et rangées sur des claies pour le séchage à l'extérieur **pendant 3 jours**.

Pour l'utilisation en agriculture

Pour son utilisation en agriculture et pour être immédiatement efficace, le biochar doit être chargé ou activé. Il est comme une éponge et absorbe les nutriments, les microbes et les champignons. Le simple fait d'ajouter du biochar fraîchement produit dans le sol épuisera les nutriments qui sont aspirés par l'éponge, ce qui donnera des résultats médiocres pendant une saison.

Il y a un grand nombre des techniques pour faire ceci, la liste présentée ci-dessous n'est pas exhaustive :

- **Tremper le biochar dans de l'urine** pendant plusieurs semaines. Il peut s'agir d'urine animale ou humaine, la différence est minime. L'urine est un liquide stérile, riche en nutriments, qui s'infiltre dans le charbon et fournit une matière première aux microbes qui s'y installent par la suite.
- Au lieu de l'urine (ou en même temps) le biochar peut être **mélangée avec le fumier**. Ça peut être le fumier de vache, de mouton ou de cheval, ou un mélange trempé dans l'urine. On peut également ajouter au mélange du fumier de volaille. Le mélange est laisse s'imprégner pendant deux à trois semaines.
- Répandre **le biochar dans un poulailler** où il agira comme désodorisant et comme chargeur. Il est possible que les oiseaux en mangent un peu, mais cela n'a pas été décrit comme un problème. Dans le poulailler, le biochar peut avoir un effet contre les vers parasites.
- **Percolât** est un agent de charge populaire. Il peut s'agir de fonte de vers ou le thé de compost produit en aérobiose, qui vont être mélangées à 50/50 avec du biochar. On peut y rajouter 5 % de farine ou de mélasse pour nourrir les microbes. Le mélange est gardé humide (pas mouillé) a une température de 20ºC pendant au moins 2 semaines avant utilisation.
- Mélanger le biochar (ratio 50/50) avec de l'**herbe coupée** et laisser mûrir pendant 3 mois. Garder couvert pour éviter que la pluie ne l'emporte.
- **La technique de macération avec l'engrais NPK** consiste à imprégner la biomasse carbonisée dans une solution de NPK selon un rapport volumique (biochar/solution NPK) de 1/0,5. Ce mélange est laissé au repos dans un récipient fermé pendant 48 heures, pour favoriser l'absorption des éléments nutritifs issus du NPK dans les pores du biochar. Après 48 heures, le macérât est retiré puis séché à l'ombre avant son application au sol.

Phase 3 : Commercialisation du biochar

Comme pour toute activité génératrice de revenus (AGRs), la commercialisation du biochar requiert des **compétences en gestion des AGRs et en marketing**. Voici les étapes clés pour structurer cette démarche :

Sensibilisation : informer la communauté locale des avantages du biochar pour l'agriculture et l'environnement, afin de créer une demande et d'assurer l'adhésion des utilisateurs.

Étude de marché : identifier les utilisateurs potentiels (agriculteurs locaux, coopératives, restaurants, etc.) et évaluer la disposition à payer pour fixer un prix compétitif.

Canaux de distribution : mettre en place un réseau de vente adapté (marché local, coopératives agricoles) et organiser les modalités de transport et de stockage pour une disponibilité régulière du biochar.

Modèle économique : déterminer un prix accessible pour la communauté tout en assurant la viabilité économique pour les producteurs, afin de garantir la pérennité de l'activité.

Suivi et Évaluation : Collecter les retours des utilisateurs pour ajuster la production et améliorer le produit en continu, afin de garantir leur satisfaction et des bénéfices durables pour la communauté.

Le biochar peut se conserver pendant des **décennies, voire des siècles**, s'il est stocké correctement. Sa stabilité est l'une de ses principales caractéristiques, car il est constitué de carbone très résistant à la décomposition.

Pour une conservation optimale :

- **Stocker dans un endroit sec :** Le biochar absorbe facilement l'humidité, ce qui peut affecter sa manipulation et sa facilité d'application.

- **Éviter la contamination :** Le biochar doit être stocké à l'abri de contaminants (produits chimiques, résidus organiques indésirables) pour préserver sa pureté et son efficacité.

En respectant ces conditions, le biochar peut rester utilisable pour l'amendement des sols sur le long terme sans perdre ses propriétés bénéfiques.

6 . Ressources nécessaires

Matériel nécessaire et coûts approximatifs

Le coût d'une unité de production artisanale s'élève à **environ 400.000 CFA (620€ ou 525£)**.
Il va sans dire qu'il sera nécessaire de refaire ce calcul avec les prix mis à jour et les estimations actuelles.

L'essentiel de l'équipement pour une unité artisanale de production de biochar utilisant le carbonisateur « 3 fûts » se constitue comme dans le tableau ci-dessous :

Matériel nécessaire	Prix approximatif
Carbonisateur modèle « 3 fûts » (en tôle galvanisée) ou 3 fûts en métal de 200L à transformer en pyrolyseurs pour constituer une unité de production Etapes de fabrication du modèle « 3 fûts » dans le https://gret.org/wp-content/uploads/2021/12_Cahier-Technique-n%C2%B01_Guide-de-production-artisanale-de-charbon-de-typha.pdf Vidéo tutoriel de fabrication de pyrolyseurs avec des futs en métal par Lowtech Lab	environ 65 000FCFA par fût soit 195 000 FCFA
Presse manuelle type Rotor Press	70 000FCFA
Petits outils : • Faucilles (pour ramasser ou tailler le typha) • Pelle , Rateau, Pilon • Masques, gants de protection, bottes • Grand récipient pour les mélanges • Jerrycans d'eau • Bâches • Sacs • Tamis • Claies de séchage (séchoir pour les briquettes) • Empreinte en métal pour standardiser la taille des briquettes • Balance • Brouette	Environ 70 000 FCFA
• Résidus agricoles : paille, typha ou autres plantes envahissantes • 100L Eau Selon l'utilisation visée du biochar : • Comme combustible, ajouter un Liant : argile ou gomme d'acacia, coques d'arachide broyées • Comme fertiliseur ajouter: fumier o urine animale ou percolât	Estimation des coûts réalisée : Les matériaux peuvent être trouvés localement, mais il faudra prévoir le temps de mobilisation de la main-d'œuvre, qui représente un facteur clé dans la planification et la mise en œuvre des activités.

- Ce calcul repose sur une activité entièrement artisanale, utilisant uniquement un équipement rudimentaire mais suffisant pour assurer le bon fonctionnement technique d'une unité de production. Ce type d'unité ne nécessite ni investissements en gros œuvre — des abris ou paillottes pouvant être construits à partir de matériaux locaux comme le bambou, la paille ou le Typha — ni consommation d'énergie, les carbonisateurs et les presses fonctionnant de manière entièrement manuelle.

- L'approche artisanale favorise également une réplication ou une extension rapide, voire spontanée, de l'activité, à condition qu'elle démontre sa rentabilité économique.

Compétences du staff et des volontaires

La mise en œuvre du projet nécessite le renforcement des capacités du personnel impliqué et des volontaires, ainsi que le développement des ressources pour la formation. Ceci peut nécessiter une participation active des experts (consultant, services techniques spécialisées) au début de l'implémentation.

Pareillement, la mise en œuvre du projet nécessite des renforcements de connaissance des bénéficiaires, par le biais d'expositions et de formations dédiées à l'application de cette pratique.

Renforcement des compétences du personnel et des volontaires
Il est recommandé de faire appel à un organisme externe pour assurer la **formation des opérateurs**, notamment sur la construction des carbonisateurs et les techniques de production de biochar. Les formations recommandées pour les participants incluent :

- Construction de carbonisateurs
- Production de biochar et son utilisation comme combustible
- Transformation du biochar pour un usage agricole
- Commercialisation des briquettes

Organisation du travail pour la production de biochar
Selon l'analyse technico-économique réalisée par la GTZ, **une équipe de 4 à 5 personnes** est suffisante pour faire fonctionner une unité de production de biochar jusqu'à l'obtention des briquettes. Il est toutefois possible d'impliquer davantage de personnes afin de faciliter les tâches, bien que cela puisse réduire les salaires journaliers et mensuels théoriques.

Options pour la commercialisation des briquettes de biochar
Plusieurs modèles peuvent être envisagés :

- Vente directe sur les marchés : Un homme et une femme issus du groupement de production peuvent assurer la vente sur un ou plusieurs marchés ou parcs à charbon. Leur rémunération serait intégrée aux coûts de production, indépendamment des bénéfices de vente.
- Vente par des revendeurs individuels : Des femmes ou des hommes peuvent être mobilisés individuellement. Leur revenu dépendrait uniquement des bénéfices réalisés sur les ventes, avec une marge convenue à l'avance.
- Vente en gros à des groupements de commerçants : Ces groupements achèteraient l'ensemble de la production. Les bénéfices seraient ensuite répartis selon des modalités définies collectivement.

Transformation du biochar en amendement de sol
Pour cette utilisation, une **collaboration avec un groupement de producteurs agricoles semble la plus appropriée**, afin d'assurer une intégration efficace dans les pratiques agricoles locales.

7 . Les avantages attendus

La production et l'utilisation du biochar présentent de nombreux bénéfices, tant sur le plan environnemental qu'économique et agricole :

01

Production d'un combustible de cuisson écologique
Le biochar permet de fabriquer des briquettes ou pellets à partir de résidus agricoles et de déchets de bois non alimentaires. Il s'inscrit dans une stratégie de réduction de la dépendance au bois de chauffage traditionnel.

02

Amélioration durable de la fertilité des sols
Utilisé comme amendement, le biochar enrichi en fertilisants (organiques ou minéraux) améliore la structure et la rétention d'eau des sols.
Une seule application peut augmenter les rendements agricoles de +20 % à +200 %, notamment sur les sols dégradés.
Il favorise également une croissance plus rapide des arbres tout en réduisant les besoins en irrigation.

03

Contribution à la lutte contre le changement climatique
Le biochar séquestre durablement le carbone dans les sols, contribuant ainsi à la réduction des gaz à effet de serre (GES). Il transforme l'agriculture, traditionnellement émettrice de GES, en une solution climatique.

04

Adaptation aux conditions extrêmes
Le biochar est utilisé avec succès dans des zones arides comme le Sahel et le Sahara.
Exemple : à Timimoun (Sahara algérien), il est intégré dans un système agronomique résilient face aux changements climatiques et aux crises alimentaires[1].

05

Alternative à l'agriculture sur brûlis
Il offre une solution durable à l'agriculture itinérante sur brûlis, une pratique ancienne et peu efficace, en régénérant les sols sans destruction de la couverture végétale.

8 . Limites, Goulots d'étranglement et dépannage

Période hivernale peu propice à la production : l'humidité élevée et les pluies ralentissent le séchage de la biomasse fraîche, entraînant une carbonisation incomplète.
Le séchage des briquettes est également plus lent, avec un risque accru de perte de production en cas de pluie.

Durabilité et coût des équipements

Durée de vie limitée des carbonisateurs : environ 2 ans, en raison de la corrosion due à l'humidité et aux températures élevées. Ces équipements représentent plus de 50 % du coût total d'investissement.
Dépendance au prix du métal : La majorité des composants étant métalliques, les coûts sont sensibles aux fluctuations du marché, actuellement orienté à la hausse.

Risques environnementaux liés à la provenance de la biomasse

Impact négatif si la biomasse provient de forêts anciennes ou de coupes rases : son bilan écologique est nettement moins bon. Il devient ainsi une source de CO2.
Déforestation pouvant entraîner érosion, perte de biodiversité et réduction de la capacité de rétention d'eau des sols.
=> Il est donc essentiel de bien contrôler la provenance des matériaux et d'organiser une formation ou **sensibilisation à la gestion des ressources naturelles.**

Effets potentiels sur la biodiversité

L'utilisation sur sols naturellement pauvres (oligotrophes) ou acide peut nuire à des écosystèmes spécifiques dépendants de la pauvreté du sol.
La collecte excessive de petit bois ou de bois mort ou de litière forestière pour produire du biochar pourrait être contre-productif et appauvrir la forêt en la privant d'une partie de sa litière nécessaire au cycle forestier et donc perturber le cycle naturel du carbone.

L'exploitation intensive des roselières constitue une menace pour les habitats d'espèces sensibles (oiseaux, amphibiens, mollusques, etc.) car cela priverait leur habitat d'une plante qui contribue à fixer les berges et épurer les sédiments.
=>Là aussi il est essentiel de faire **une étude d'impact ou de risque environnemental** et de former pour sensibiliser et **former à la gestion des ressources naturelles.**

Écobilan à évaluer

L'écobilan de ce biochar utilise comme combustible reste à faire, car il peut – s'il était produit à grande échelle – priver les sols agricoles d'une matière organique qui leur est nécessaire.

Risque de pollution chimique

Sans pouvoir trianguler l'information, et bien qu'elle ne soit pas une plante fourragère répandue dans le Sahel, il semble que la biomasse issue de la fétuque (herbacé agricole de genre Festuca) est parfois très riche en chlore (0,65 % de la matière sèche). Ceci pourrait produire des dioxines et furanes lors de la fabrication du charbon et/ou lors de sa combustion en cuisine. Les dioxines pouvant se retrouver alors dans les cendres et les fumées.

Il s'agit de la ferme agro-écologique 'la Clé des Oasis' **la-cledes-oasis.fr**

9 . Liens avec d'autres activités

La production et l'utilisation du biochar peuvent être intégrées de manière synergique avec plusieurs autres initiatives communautaires ou agricoles :

La production de foyers améliorés

Les projets visant à réduire les quantités de combustible pour la cuisson au niveau de ménages vont de pair avec la production de bio-charbon.

Foyer amélioré à deux feux, économe en combustible avec cheminée, pour usage intérieur ou extérieur, également appelé « four éléphant »,



© Croix Rouge de Namibie

Utilisation du biochar en agriculture

Comme expliquée précédemment, le biochar est un amendement du sol puissant ; il améliore durablement la qualité du sol en absorbant et en stockant de grandes quantités d'eau et des éléments nutritives. En tant que tel, il trouvera un lien avec les projets de jardinage, pépinières, amélioration des pratiques agricoles ou les projets d'agroforesterie.



Les projets de production de fertilisants liquides

Ces projets, décrits dans le « ***Manuel d'actions faciles de volontariat*** » pourront être complémentaires avec la transformation de bio-charbon en amendement agricole, et les fertilisants liquides utilisés pour charger ou activer le biochar.

Versement du liquide fertilisant dans le sol autour des graines ou des jeunes plantes. N'appliquez pas directement sur les feuilles ou les racines des plantes



© N-Sky/iStock.com, 2018

10 . Bibliographie

Ouvrage utile pour le procédé technique :

- Babana Ould, Mohamed Lemine, Benjamin Trouilleux, Kevin Doussan : ''**Guide de production artisanale de charbon de Typha**, Processus de production développé dans le cadre du projet Typha" Paris, GRET et ISET de Rosso, avril 2016

  https://gret.org/wp-content/uploads/2021/12/Cahier-Technique-n%C2%B01_Guide-de-production-artisanale-de-charbon-de-typha.pdf

- **Bio-charbon : Fabriquer des briquettes de charbon à partir de déchets agricoles carbonisés**. Tutoriel réalisé en partenariat entre « Wiki Low-Tech Lab » et l'association Nebeday qui développe au Sénégal de nombreux programmes pour la gestion participative des ressources naturelles par et pour les populations locales.

  https://wiki.lowtechlab.org/wiki/Bio_Charbon

- Pro-NATURA International : '**Verdir le Sahel et le Sahara grâce au biochar** - Pour lutter contre la pauvreté et la malnutrition tout en créant un gigantesque puits de carbone', Lettre d'information

  https://www.pronatura.org/wp-content/uploads/2022/05/Pro-Natura-Lettre-dInformation-Sahel-2022-Fr.pdf

- **The effects of biochar from Rice Husk and Chromolaena odorata on the soil properties and tomato growth in Cambodia,** Vicheka Lorn, Haruo Tanaka, Sonoko Dorothea Bellingrath-Kimura and Yosei Oikawa- Trop.Agri-Dev. 61: (3) 99-106, 2017

Autres ouvrages consultés :

- **Mise en œuvre d'unités pilotes de production de bio charbon de Typha et mesure de la rentabilité économique de cette nouvelle activité** – Région de Saint Louis, fleuve Sénégal, Résultats des activités' - PERACOD Programme de Promotion de l'Electrification Rurale et de l'Approvisionnement Durable en Combustibles Domestiques, GTZ et Ministère de l'Energie et des Mines, 2002-2008,

  https://www.doc-developpement-durable.org/file/Energie/biomasse-bois/Carbonisation_biochar/CR_filiere_typha.pdf

- Johannes Lehmann ; ''**Bio-energy in the black**', Front Ecol Environ 2007; 5(7): 381–387, https://www.css.cornell.edu/faculty/lehmann/publ/FrontiersEcolEnv%205,%20381-387,%202007%20Lehmann.pdf

- Pro-NATURA International, ''**Nouvelle Agriculture écologique au Biochar**", Newsletter April 2013 https://www.pronatura.org/wp-content/uploads/2013/04/Innovation-pour-la-production-de-biochar.pdf

- Pro-NATURA International '**Description technique du CarboChar**'. Mémorandum de Mars 2019, https://www.pronatura.org/wp-content/uploads/2020/03/Description-CarboChar-FR.pdf

- Pro-NATURA International :'**Conquistadors, cannibales et changement climatique, Une brève histoire du biochar**' ; Lettre d'information – octobre 2021 https://www.pronatura.org/wp-content/uploads/2021/10/Histoire-du-biochar-Pro-Natura-octobre-2021.pdf

- F. Saba ; J-T. Cornelis, H. Sawadogo, H.B. Nacro :'**Fiche Technique**, Production et application des fertilisants à libération lente à base du biochar de tiges de cotonnier pour l'amélioration de la productivité des sols et des cultures', date inconnu. https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/297203/1/Fiche%20Technique%20Production%20de%20biochar-SRF.pdf

- P.R. Yaashikaa, P. Senthil Kumara, Sunita Varjani, A. Saravanan: '**A critical review on the biochar production techniques, characterization, stability and applications for circular bioeconomy**'; Biotechnology Reports, Volume 28, December 2020, e00570, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215017X20300023?via%3Dihub

- Hale, S. E., Lehmann, J., Rutherford, D., Zimmerman, A. R., Bachmann, R. T., Shitumbanuma, V.,... & Cornelissen, G. (2012)
Quantifying the total and bioavailable polycyclic aromatic hydrocarbons and dioxins in biochars [archive].

- B. Schatowitz, G. Brandt, F. Gafner et E. Schlumpf, « Dioxin emissions from wood combustion », Chemosphere, vol. 29, no 9, 1er novembre 1994, p. 2005–2013
ISSN 0045-6535, DOI 10.1016/0045-6535(94)90367-0



Irene a bénéficié d'u projet de la Croix Rouge d'Eswatini pour développer un jardin potager pour sa famille après avoir perdu son travail pendant la pandémie de Covid 19 ©Lauren Sabin, Croix Rouge Britannique

ANNEXE 1

Un autre avantage environnemental de l'utilisation du biochar : lutte contre les espèces exotiques envahissantes

- **Jacinthe d'eau** (Eichhornia crassipes) : originaire d'Amérique du Sud, elle forme des tapis denses, bloquant les voies navigables et réduisant l'oxygène dans l'eau, ce qui nuit aux poissons. En Inde, elle a été testée avec succès pour la production de biochar destiné à des applications agricoles. Elle est surtout présente dans les pays d'Afrique de l'Ouest car cette plante aquatique invasive a besoin d'un environnement humide pour prospérer.



Jacinthe d'eau en RDC, ©Zlatan Čelebić

- **Lantanier** (Lantana camara), un arbuste ornemental, se propage le long des sentiers et des lisières de champs déserts, dans les exploitations agricoles et les coupes à blanc. Le lantanier est également sur la liste de 100 pires espèces envahissantes.
- **Parthénium matricaire ou fausse camomille** (Parthenium hysterophorus), envahissant les pâturages
- **Yemene** (Gmelina arborea) un arbre à croissance rapide, présent dans plusieurs réserves naturelles de Burkina Faso et Ghana
- **Mimosa ou Amourette** (Mimosa pigra), un arbuste épineux envahissant les pâturages dans les plaines inondables



©foundationfar.org