



Tests de cuisine comparés
Charbon de bois et Biocharbon
Agglomération par « Rotor Press »
2 liants : l'argile et la farine

Novembre 2006

Contexte et cadre de l'étude

Dans le cadre de ses activités liées à la diversification des sources d'approvisionnement en combustibles domestiques, le PERACOD (Programme de Promotion de l'Electrification Rurale et de l'Approvisionnement en Combustibles Domestiques) a créé en 2004 l'unité pilote de carbonisation de Ross Béthio. Cette unité pilote a permis d'explorer et développer entre autre des technologies d'agglomération de fines de charbon d'origines biomassiques (Typha, Balle de riz...) en briquettes de charbon. La technologie de carbonisation « 3 fûts » associée à la technologie d'agglomération de fines de charbon par la « Rotor Press » permettent d'obtenir des briquettes de Biocharbon présentant des caractéristiques très intéressantes.

Afin de vérifier l'acceptabilité des briquettes et de les comparer au charbon de bois, qui représente le combustible de référence pour les briquettes (présentation et mode d'utilisation similaire), il a été mené un test de cuisine comparé. L'objectif de ce test est en particulier d'identifier :

- Les différences en termes de quantité utilisée pour un même repas
- Les différences en termes de temps de cuisine
- Des indications quant à des contraintes et/ou avantages liés à l'utilisation de l'un ou l'autre des combustibles.

Modalité

2 types de briquettes ont été testés, différents seulement par le type de liant utilisé pour la fabrication (le type de liant joue sur la composition) :

- des briquettes de charbon de Typha fabriquées à partir de la technologie d'agglomération « Rotor Press » de composition : charbon de Typha 80% et argile 20%,
- des briquettes de charbon de Typha fabriquées à partir de la technologie d'agglomération « Rotor Press » de composition : charbon de Typha 93% et farine 7%.

Le combustible témoin est du charbon de bois acheté sur le marché local.

Les conditions suivantes devaient être observées pour le bon déroulement du test :

- Une unique cuisinière réalise tous les tests
- Utilisation pour chaque test de la même marmite
- Utilisation pour chaque test du même fourneau
- Cuisine du même plat pour chaque test
- Même poids des aliments pour chaque test.

La cuisinière retenue pour réaliser les tests est habituée à l'utilisation du charbon de bois pour la cuisson du plat de midi, elle a en outre déjà participé à des tests d'acceptabilité de nouveaux combustibles. Elle devait pour chaque repas-test remplir une fiche qui est présentée en annexe de ce document.

Résultats :

4 repas ont été préparés avec chacun des trois combustibles soit 12 repas au total du 5/11 au 19/11/2006. Le plat choisi est le plat national : le Ciebudjëën ou riz au poisson.

Le repas a toujours été préparé avec la même quantité d'aliment :

- 0,5 litres d'huile,
- 1,5 kg de poissons,
- 1,2 kg de légumes,
- 1,5 kg de riz,
- Et 3 litres d'eau.

La cuisine a toujours été effectuée en plein air sous l'ombre avec un fourneau malgache et une marmite en aluminium. L'heure de début de cuisine a toujours été la même : 11h00.

Quantité de combustible :

	Charbon de bois (témoin)	Biocharbon (80/20, argile)	Biocharbon (93/7, farine)
Quantité de combustible de départ (kg)	1,05	1,5	1,5
Quantité de combustible ajouté (kg)	0	0	0
Quantité de combustible utilisé (kg)	0,825	1	1
Quantité de Reste (kg) (cendres, braises et non brûlés)	0,225	0,5	0,5
Surplus de consommation en Biocharbon par rapport au charbon de bois	-	+ 21%	+ 21%

La quantité de combustible au début du test n'était pas la même pour chacun, 1kg pour le charbon de bois et 1,5 kg pour le Biocharbon (argile et farine). Cette inégalité de départ a pu jouer sur les résultats du test ; cependant elle est aussi le fruit de l'appréciation de la cuisinière sur les différents combustibles. **Il semble ainsi qu'il faille environ 20% de Biocharbon en plus par rapport au charbon de bois pour cuisiner le même repas.** La qualité du liant et les différences de composition de ne semblent pas avoir d'influence sur cette quantité de combustible.

Temps de cuisson :

	Charbon de bois CdB (témoin)	Biocharbon (80/20, argile)	Biocharbon (93/7, farine)	Surplus de temps Biocharbon/CdB
Durée allumage (h)	00:11	00:15	00:15	+ 36%
Durée de mijotage (h)	01:40	01:56	01:56	+ 16%
Durée totale de cuisson (h)	02:10	02:31	02:30	+ 15%

La durée totale de cuisson est plus longue avec le Biocharbon qu'avec le charbon de bois d'environ 20 minutes sur un total de 2h10 (+ 15%). En particulier, la durée d'allumage est plus longue avec le Biocharbon qu'avec le charbon de bois (+ 36%) indiquant ainsi une contrainte particulière des briquettes quant aux difficultés d'allumage. La durée de mijotage est aussi plus importante (+ 16%).

Quantité d'aliments chauffés :

	Charbon de bois CdB (témoin)	Biocharbon (80/20, argile)	Biocharbon (93/7, farine)
Poids des aliments au départ (kg) (1)	7,65	7,65	7,65
Poids des aliments à la fin de la cuisson (kg) (2)	5	5	5
Quantité d'eau évaporée (kg) (1-2)	2,65	2,65	2,65

Bien que la quantité d'aliments de départ soit identique et que la durée de cuisson ainsi que la quantité de combustible utilisée soit différentes, le poids des aliments à la fin de la cuisson est identique. La perte en poids entre la quantité de départ et la quantité de fin peut être assimilée à la quantité d'eau évaporée lors de la cuisson.

Estimation du PCI du Biocharbon.

A partir des données recueillies on peut s'essayer à une estimation grossière du Pouvoir Calorifique Inférieure du Biocharbon.

E : énergie (kJ), M : masse (kg), T : température (K), cdb : charbon de bois, bio : biocharbon

Lv : chaleur latente de vaporisation de l'eau = 2 260 kJ/kg

Ceau : Capacité thermique massique de l'eau liquide = 4,18 kJ/(kg*K)

$E_{eau} = M_{eau\ évaporée} * L_v + M_{eau\ totale\ chauffée} * C_{eau} * (T_{ébullition} - T_{départ})$

$E_{cdb} = PCI_{cdb} * M_{cdb_utilisé}$

$E_{bio} = PCI_{bio} * M_{bio_utilisé}$

$E_{cdb} = E_{eau} + E_{dissipée\ selon\ le\ temps_cdb}$

$E_{bio} = E_{eau} + E_{dissipée\ selon\ le\ temps_bio}$

$E_{dissipée\ selon\ le\ temps_cdb} = X * Durée\ de\ cuisson_cdb$

$E_{dissipée\ selon\ le\ temps_bio} = X * Durée\ de\ cuisson_bio$

$E_{bio} = E_{eau} + (E_{cdb} - E_{eau}) * (Durée\ de\ cuisson_bio / Durée\ de\ cuisson_cdb)$

Les hypothèses suivantes ont été retenues : T_{départ} = 30°C, M_{eau totale chauffée} = Masse totale des aliments chauffés = 10,3 kg, PCI_{cdb} = 29 000 kJ/kg

Le PCI du biocharbon obtenu est de 26 400 kJ/kg soit 91% du PCI du charbon de bois.

Observations complémentaires

	Allumage	Fumée	Cendres	Odeur
Charbon de bois CdB (témoin)	Facile	Un peu au départ	Un peu à la fin	Non
Biocharbon (80/20, argile)	-	Beaucoup au départ	Beaucoup à la fin	Un peu
Biocharbon (93/7, farine)	-	Beaucoup au départ	Un peu à la fin	Un peu

Points d'amélioration des tests

- Il est préférable de mettre la même quantité de combustible au départ quitte à en rajouter lors de la cuisson.
- Il faudrait trier et peser séparément les restes de combustibles : cendres, braises et combustible non brûlé.
- Dans le cas d'une cuisine demandant un mijotage, il peut être intéressant d'avoir un thermomètre pour suivre l'évolution de la courbe de température jusqu'à l'ébullition.
- Des instruments permettant la mesure de la température de combustion et de la qualité des gaz dégagés, ainsi qu'un appareil de mesure de l'épaisseur des fumées peuvent être des outils complémentaires affinant les mesures qualitatives.

Conclusion

Les résultats des tests de cuisine comparés montrent clairement une différence entre le Biocharbon et son concurrent direct le charbon de bois. Cette différence est essentiellement due à son mode de fabrication et sans doute aussi à la qualité de poussier de charbon de biomasse utilisé. Par contre les différences de composition ainsi que le type de liant utilisé ne semblent pas avoir d'influence sur les qualités combustibles du Biocharbon.

La consommation en Biocharbon est de 20% supérieure à la consommation normale en charbon de bois et cette donnée devra être prise en compte dans le prix des briquettes sur le marché. Cette différence de consommation est en partie due au PCI plus faible du Biocharbon : **26 400 kJ/kg** soit 91% du PCI du charbon de bois.

D'autres contraintes liées à l'utilisation du Biocharbon (temps de cuisson, fumées et cendres) nécessitent une adaptation du prix des briquettes ainsi qu'un effort de promotion. L'utilisation de foyers améliorés peut aussi permettre d'atténuer ces effets négatifs.

Dans un objectif d'amélioration des tests, il est préférable de mettre la même quantité de combustible au départ quitte à en rajouter lors de la cuisson.

Test de cuisine

- Peser marmite et fourneau vides
- Peser le combustible (si on en ajoute plus tard, il faudra le peser aussi)
- Peser tous les aliments et l'eau
- Noter l'heure d'allumage, l'heure des phases de la cuisson et l'heure de la fin de cuisson
- Noter tous les observations et problèmes pendant la cuisson.
- Peser marmite et fourneau pleins

Date :		Repas :	
Cuisinier / -ère :		Combustible :	
Nombre de marmites utilisées :		Nombre de personnes à manger :	

POIDS					
Marmite vide :		kg	Fourneau vide :		kg
Quantité de combustible au début :		kg	Fourneau plein au début :		kg
Quantité de combustible ajouté :		kg			
Marmite pleine à la fin :		kg	Fourneau plein à la fin :		kg

POIDS ALIMENTS					
		kg			kg
		kg			kg
		kg			kg
		kg			kg
		kg			kg
		kg			kg

HEURES	
Allumage	
Pose Marmite	
Fin de Cuisson	

Commentaires et observations pendant la préparation:
(Fumée, cendre, chaleur, odeur, etc. en comparaison avec autres combustibles)