

Validation d'un four basé sur la technologie CLIP pour la filière de sucre de palme au Cambodge

Rédacteurs :

Sylvain Min Kim, sylvainminkim@yahoo.fr

Chargé du programme de diffusion des fours CLIP au Cambodge depuis Novembre 2005

Jean-François Rozis, rozisjf@club-internet,

Co-fondateur de Planète Bois, consultant indépendant spécialisé dans le transfert de technologie vers les Pays du Sud, en charge de la coordination des activités de Geres Cambodge depuis 1997.

Avant Propos

Le GERES mène depuis 1997 au Cambodge un programme innovant sur la problématique biomasse-énergie en étroite collaboration avec le Ministère de l'Énergie. Le premier succès a été une large diffusion d'un modèle de foyer de cuisson domestique qui a notamment permis la vente d'un million de tonnes de crédits carbone sur le marché volontaire du mécanisme de développement propre. En parallèle avec les efforts de gestion durable de la biomasse (production de charbon par les communautés forestières, plantations énergétiques, valorisation de déchets combustibles), le GERES Cambodge s'est engagé dans la mise au point d'équipements bois-énergie à haute performance et à faible coût.

Appuyé par le réseau de compétence de Planète Bois¹ (laboratoire dédiée aux équipements performants pour les pays du Sud, écoles d'ingénieurs, licence professionnelle STER, réseau de professionnels,..), la première étape a été de prouver l'intérêt de transférer un savoir-faire technologique de combustion bois récent en Europe, la technologie CLIP (Combustion Latérale Inversée Performante). Cette technologie est garante d'une qualité optimale de combustion du bois (absence d'imbrûlés, faible taux de monoxyde de carbone, très haut rendement de combustion) et a été mise au point suite aux normes imposées sur la nature des émissions des équipements de chauffage.

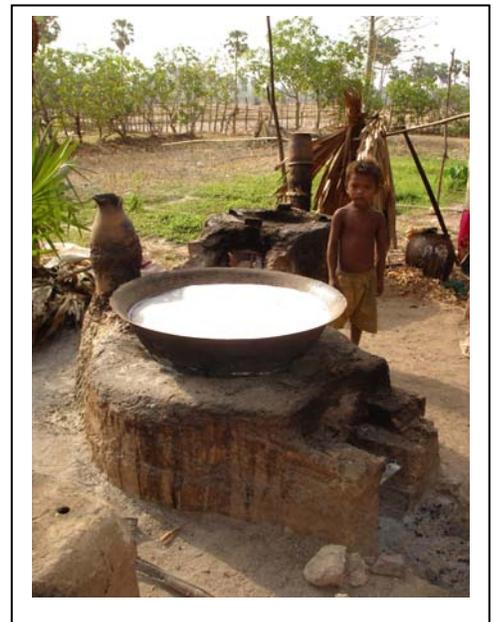
La principale difficulté étant donc de la produire localement à coût faible et que les utilisateurs potentiels en voient l'intérêt pour en assurer une large diffusion. Cette étape a été franchie, cet article en rend compte.

Contexte socio économique

La production de sucre de palme est une activité traditionnelle en milieu rural au Cambodge.

Elle consiste à collecter le jus au sommet des palmiers à sucre, le faire bouillir pour évaporer 85% de l'eau contenue dans le jus.

Cette production est fortement menacée par un approvisionnement de plus en plus difficile en biomasse-énergie, et une qualité de produit fini irrégulière



¹ Planète Bois: contact Ivan Pujol, 9 rue Rimbaud, 65000 Tarbes

(fermentation du jus avant ébullition, présence de goût de fumée, caramélisation lors de la phase finale).

Il est estimé que 20 000 familles cambodgiennes produisent du sucre de palme dans tout le Cambodge ; leurs revenus sont parmi les plus faibles.

Le sucre de palme est l'une des rares activités monétarisées accessibles aux familles d'agriculteurs. De plus, elle s'adapte parfaitement au calendrier de la culture du riz, ces deux activités se succédant dans le temps sans aucune interférence.

La conception

Outre la spécificité du brûleur CLIP, il a fallu répondre aux exigences du contexte d'utilisation :

- une zone d'échange thermique réduite pour éviter toute caramélisation avec la nécessité d'utiliser le modèle de wok existant (éviter toute surchauffe des zones faiblement recouvertes en fin d'évaporation).
- une production familiale de sucre limitant les volumes et les temps de cuisson.

Ces deux contraintes vont bien sûr à l'encontre de la performance énergétique recherchée ; elles devront être dépassées lors de la prochaine étape, une fois l'adhésion obtenue des producteurs de sucre de palme à cette technologie de cuisson.

Ce four dénommé au Cambodge « Vattanak » est composé de 5 parties principales:

- **La chambre de pyrolyse**

Dans cette chambre se déroulent 3 réactions :

1 – le séchage du combustible (à partir de 100°C)

2 – la pyrolyse du bois (à partir de 250°C) qui a lieu au voisinage du lit de braises grâce à la quantité d'air (primaire) distribué dans cette zone et qui va donner d'une part un résidu charbonneux (carbone solide) et d'autre part des gaz combustibles (gazéification du bois)

3 – la combustion lente du carbone solide (lit de braise) grâce à l'air primaire

- **La tuyère**

Les gaz issus de la chambre de pyrolyse sont accélérés et mélangés de manière turbulente avec l'oxygène (air secondaire).

- **La chambre de combustion**

Favorise le développement de la flamme et permet l'oxydation complète des gaz

- **L'échangeur**

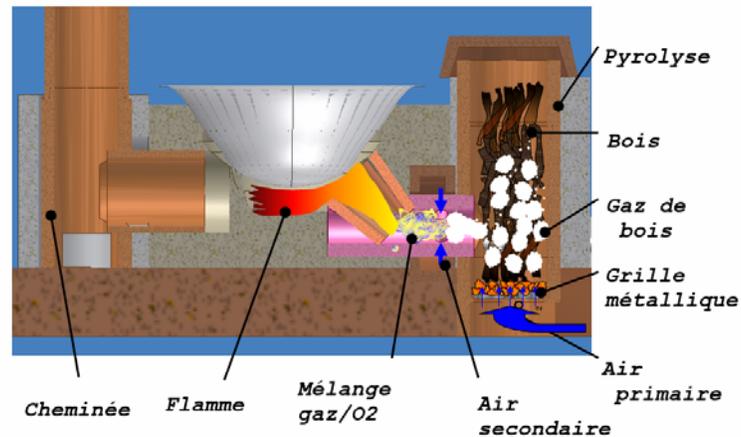
Après une combustion la plus complète possible des gaz, il assure l'échange thermique avec la partie basse du wok.

- **Le conduit de fumée**

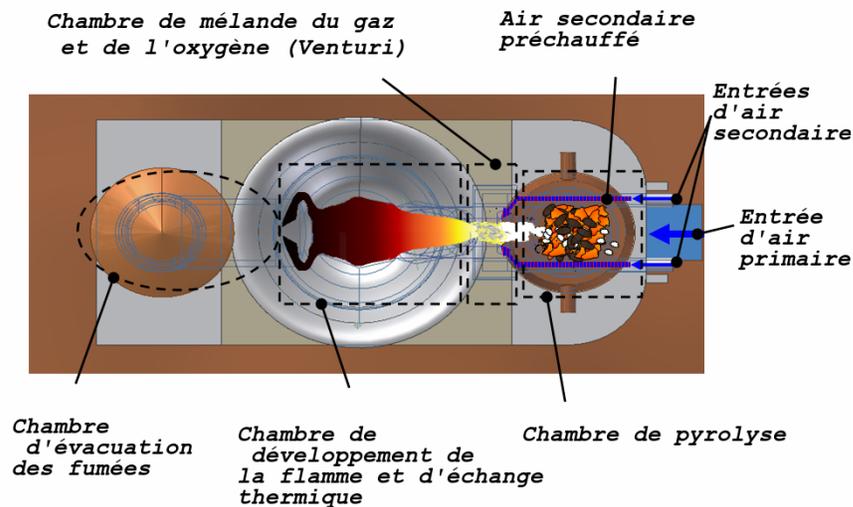
Il est isolé et doit être suffisamment haut pour créer le tirage nécessaire au fonctionnement du four (3,5 mètres de haut)

Four Vattanak pour le sucre de palme

Vue en coupe illustrée



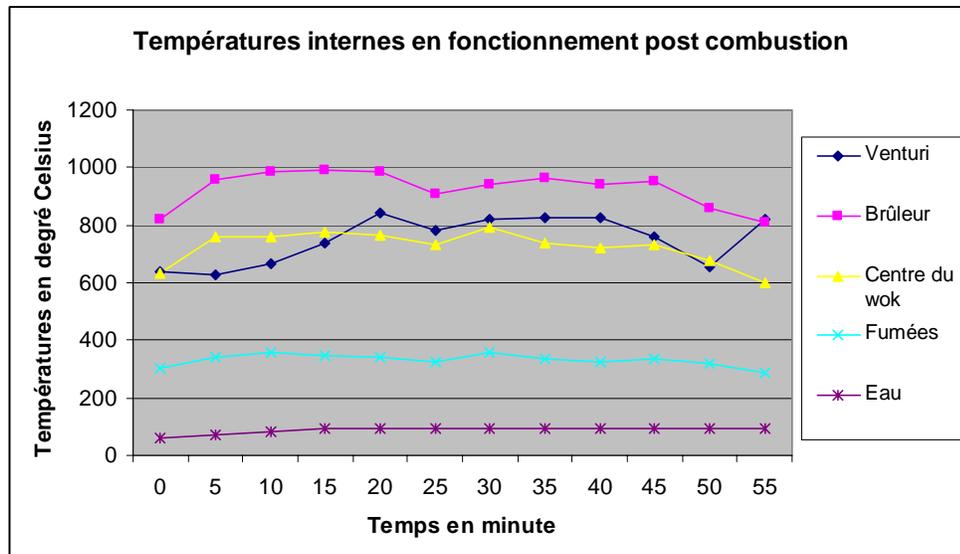
Vue de dessus illustrée



Ce four a deux phases de fonctionnement. La première consiste à préchauffer les parties internes du four. Pendant cette phase, environ 20 min, un petit feu est entretenu avec seulement l'entrée d'air primaire ouverte.

Une fois préchauffé, le four peut passer en fonctionnement combustion optimisée; l'air primaire est réduit et l'air secondaire est injecté. Ce changement de phase de fonctionnement se fait très simplement à l'aide de couvercles spécifiques. L'entrée d'air secondaire peut être soit totalement fermée (phase de préchauffage) soit totalement ouverte (phase combustion optimisée). L'entrée d'air primaire peut être soit totalement ouverte (phase de préchauffage) soit partiellement ouverte (phase combustion optimisée). Son ouverture conditionne la puissance requise.

Le graphe ci-dessous représente les relevés de températures enregistrées sur le four en phase de combustion optimisée. La combustion réelle se fait après l'injection d'air secondaire et atteint des températures proches des 1000°C avec une très bonne stabilité, garantie de qualité dans le procédé de production de sucre.



Une production standardisée

Le four Vattanak est composé de pièces céramiques préfabriquées. Ce système de production présente d'importants avantages:

- Un bon dimensionnement des 4 chambres composant le four (standardisation)
- Une résistance élevée aux chocs thermiques
- Un travail de maçonnerie minimal pour la construction du four (facilité de diffusion)
- Il permet le transfert technologique total grâce aux savoir-faire traditionnels en poterie
- Il permet une mise en place plus aisée d'activités commerciales de production et diffusion.

Le mélange utilisé pour produire ces pièces céramiques est composé d'argile réfractaire et d'argile sableuse. Une unité de production pilote a été implantée en Décembre 2006 et permet la production de 6 équipements par mois.

Le four est composé de 17 pièces céramiques:

N°	Désignation	Qté	DESCRIPTION
4	Tube injection AS	1	
5	Brûleur	1	
6	PY2	1	Elément N°2 de la pyrolyse
7	Anneau autour tube injection AS	1	
8	Base du conduit de fumées	1	
9	Smoke exit	1	
12	PY3	1	Elément N°3 de la pyrolyse
17	PY1	1	Elément N°1 de la pyrolyse
18	Ch	6	Elément de la cheminée
19	Ch top	1	Partie haute de la cheminée
20	Ch lid	1	Couvercle de la cheminée
21	Py lid	1	Couvercle de la pyrolyse

Photo 1: Dessin illustrant l'assemblage des pièces céramiques

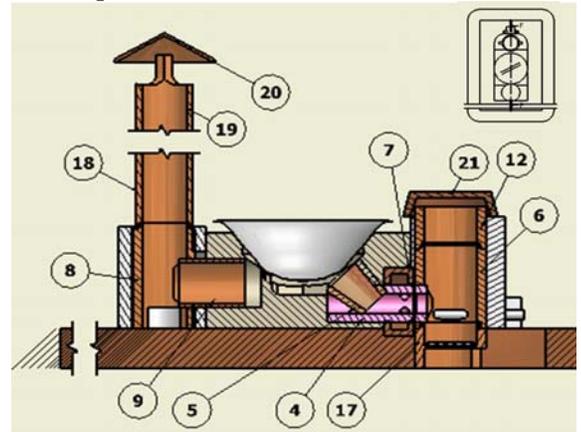


Photo 2: Test d'assemblage dans l'unité de production

En assemblant ce kit et en ajoutant un enduit extérieur, nous obtenons un équipement standard. L'enduit traditionnel (argile, argile sableuse et paille de riz) est parfaitement adapté.

Le coût de production de ce four est de US\$ 50 et le prix marché estimé à US\$ 70.

Le premier objectif de transférer une technologie de pointe à faible coût est déjà atteint.

Les résultats obtenus

Il s'agissait d'avoir un équipement plus économique, permettant d'atteindre une meilleure qualité de production, avec un intérêt notable des utilisateurs.

- **Satisfaction des utilisateurs**

Les fumées sont extraites par la cheminée, l'utilisateur n'est plus exposé à sa toxicité. L'isolation du four apporte un meilleur confort de travail qui reste à température ambiante. Une fois le bois chargé dans la chambre de pyrolyse, sa combustion est stable, ne nécessite aucune intervention de l'utilisateur. Celui-ci n'aura qu'à charger le bois seulement que toutes les 30 minutes. Les premiers utilisateurs ont définitivement adopté le nouveau four.

- **Un sucre de qualité supérieure**

Grâce à l'absence de fumées, une ébullition stable et centralisée, le produit fini est de meilleure qualité que le produit traditionnel car il a préservé tous ses arômes naturels avec une couleur claire reconnue par les acheteurs comme de qualité supérieure.

- **Les rendements**

Le four, d'une puissance de 30 kW, a été validé par des producteurs de sucre de palme pendant la phase de test terrain de Décembre 2006 à Juin 2007. Le four « Vattanak » économise autour de 35% de bois soit 4 tonnes de bois par an ou encore 6,6 tonnes de Co2 non émis par an.



La prochaine étape

La prochaine étape vu l'enthousiasme des producteurs sera double :

- valider la stratégie commerciale du four « Vattanak » familial
- associer cette diffusion à une gestion durable de la biomasse-énergie

- **Valider la stratégie commerciale du four "Vattanak" familial**

GERES Cambodge va accompagner une phase de commercialisation pilote dans un secteur géographique où la production du sucre de palme est traditionnelle. L'objectif est d'amener au plus tôt l'unité de production à une autonomie financière grâce aux ventes du four. A l'heure actuelle, l'unité de production serait autonome avec un chiffre d'affaire de 2200 euros soit 55 fours vendus. Le kit de construction Vattanak sera commercialisé par un réseau d'intermédiaires locaux. Ceux-ci commercialiseront le four selon les conditions générales de distribution établies par GERES Cambodge afin d'obtenir une qualité de four homogène, une tarification équitable.

- **Associer une gestion durable de l'approvisionnement en bois**

Outre l'innovation technologique pour la production de sucre de palme de qualité, GERES Cambodge veut valider une innovation éthique et environnementale dans sa commercialisation. Il s'agit d'un concept de « Sister Company » qui garantit un prix d'achat attractif avec les producteurs s'engageant à produire une quantité régulière de sucre de qualité. Les bénéfices générés serviront à viabiliser le système de distribution commerciale, le contrôle qualité de la production et mettre sur pied une gestion durable de la ressource en bois-énergie.

Pour cela, la communauté forestière locale sera sollicitée et appuyée (suivie par un forestier) pour produire la biomasse nécessaire (essences forestières et modes de gestion adaptés : fourniture de graines, coupe en taillis).

Le sucre de palme du Cambodge va bénéficier d'une appellation d'origine contrôlée (mise en place financée par la coopération française), nous regrettons que celle-ci n'intègre pas dans son cahier des charges la notion de durabilité de l'approvisionnement en biomasse-énergie. Ce critère devrait aussi être pris en compte dans les produits du commerce équitable.

La « Sister Company », quant à elle, s'assure que son produit n'est pas issu de la déforestation et s'ouvre ainsi des marchés sensibles à ces critères éthiques et environnementaux (marché équitable, diaspora cambodgienne à l'étranger,..) avec les marchés nationaux ou régionaux pour un sucre de palme de qualité.

Maîtriser les coûts énergétiques par une gestion de la ressource bois est une des conditions primordiales de la pérennité de la filière sucre de palme.

Une technologie adaptée pour les cuissons de grande capacité

En résumé, cette expérience sur le sucre de palme nous a permis de valider l'intérêt et la faisabilité de la technologie CLIP développée par Planète Bois. Elle peut aisément s'appliquer aux différentes activités de cuisson de grande capacité (distillation, ébullition, collectivités, ..).

Concernant la filière sucre de palme au Cambodge, la diffusion de ce modèle va se poursuivre. La prochaine étape est d'intéresser les grimpeurs à se regrouper pour produire un sucre de qualité supérieure destiné aux marchés solvables. Une unité de transformation type GIE bénéficiera d'un four plus achevé sur les performances énergétiques (isolation extérieure, tirage assisté, rejet des fumées autour de 100°C) fonctionnant sur une plus grande durée de temps journalière. Ainsi, les consommations de combustibles seront réduites par quatre par rapport au mode de production traditionnel ; dans ces conditions la technologie CLIP donnera tout son potentiel.

Le problème n'est plus d'ordre technologique mais plutôt socioculturel. Contrairement à d'autres pays du Sud Est Asiatique, la notion de coopérative ou de groupement d'intérêt économique de part un passé traumatisant est quasi inexistante au Cambodge. Cette évolution doit donc être graduelle.