

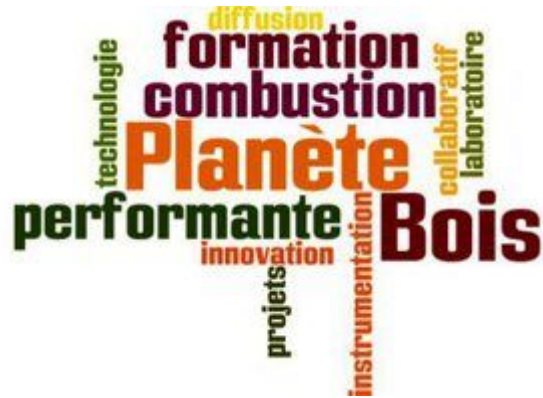


## Planète Bois

17 bis route de Toulouse  
65 690 Barbazan Debat

contact@planetebois.org

<https://www.planetebois.org/glossaire/cuiseur-domestique-econome-cde/>



## Cuiseur Domestique Econome - CDE

Il nous a semblé utile de donner des éléments d'analyse et de compréhension sur les équipements de cuisson domestiques utilisant la biomasse sèche notamment pour faciliter le tri dans les informations plus ou moins objectives inondant le web à ce sujet.

Planète Bois n'a pas mandat à travailler sur ces technologies dont les rendements plafonnent à 50%, le minima fixé par Planète Bois étant qu'au minimum les 3/4 de l'énergie fournie soit utilisée pour bénéficier du statut de technologie HPEE.

Certains experts associés possèdent une forte expérience dans le domaine de cuiseurs domestiques en contexte PMA qu'il est intéressant de restituer ici.

### Terminologie

Tout d'abord, bien choisir les mots. On va éviter le terme *foyer amélioré* qui, d'un point de vue technologique, est trop vague voire équivoque. D'où le terme proposé de **cuiseur domestique économe** car, comparé au cuiseur domestique traditionnel, il permet de réduire les consommations de combustibles.

### Les Enjeux

On estime à 3 milliards de personnes essentiellement dans les PMA ayant un recours quotidien à des cuiseurs domestiques rustiques utilisant de la biomasse (bois et dérivés, bouses séchées, résidus agricoles,...) à l'échelle de la planète.

L'OMS avance le chiffre de 2 millions de décès par an (chiffre qui semble être revu à la hausse) liés à cette pratique avec l'inhalation de fumées toxiques, une forte proportion chez les femmes et les enfants particulièrement exposés.

L'évolution vers des modes de cuisson plus propres et performants est bien plus rapide en zone urbaine, avec un usage du charbon de bois et du gaz plus important.

Depuis une quinzaine d'années, on a appris à diffuser des CDE au charbon de bois relativement efficaces et propres (émission de particules fines reste faible après la phase d'allumage quelle que soit la technologie, réduction du taux de monoxyde de carbone avec des chambres de combustion mieux isolée et un meilleur contrôle de l'injection d'air comburant).

Pour le milieu urbain, l'enjeu est maintenant dans les PMA concernés de produire de manière durable, efficace (usage thermique des gaz de pyrolyse), propre et compétitive du charbon de bois ou des briquettes de charbon de qualité. C'est juste le début.



Pour le milieu rural, tout est à faire, tant le cuiseur « trois pierres » ou assimilé règne encore en maître depuis des temps immémoriaux (technologie préhistorique).

Sa grande force réside dans un coût marginal, construit généralement par la femme qui l'utilise, il est installé à l'intérieur et/ou à l'extérieur de la maison sans crainte de vol ou d'être abîmé. Il s'adapte à l'ensemble des marmites de la famille. Le soir, il procure une lumière chaleureuse au moment des repas, produit une fumée qui éloigne les insectes.

Dans le « trois pierres », le bois est simplement disposé entre ces supports, la puissance est réglée par l'ajout ou le retrait de bois. La température de combustion se situe entre 650 – 700 °C.

## Les Idées Reçues

Il a toujours existé des idées reçues sur les cuiseurs domestiques à biomasse. On va en présenter deux, une qui persiste et une assez récente.

- *Cuiseur biomasse et déforestation*

Ils ont été souvent présentés dans le passé comme un outil efficace dans des programmes de lutte contre la déforestation, en faisant un lien direct entre l'usage de biomasse pour la cuisson et la déforestation dans le pays. L'équation n'est pas si simple. Bien sûr, un usage abusif des ressources en biomasse pour la cuisson participe à la pression sur le couvert forestier, mais il

existe bien d'autres facteurs qui jouent sur le couvert forestier (exploitation pour extension agricole, pour le bois d'œuvre, pâturage non maîtrisé, pluviométrie).

Actuellement, certaines zones sahéennes reverdissent malgré la densification de la population, on attribue cela notamment pour le cas du Niger au grand succès de l'agroforesterie et des pratiques de conservation des sols dans le modèle agricole des paysans qu'ils ont su développer pour s'adapter aux sécheresses, et ceci sans aucune aide extérieure. La clé de la lutte contre la déforestation en contexte PMA est l'intérêt direct du paysan à planter des arbres et en être pleinement propriétaire. Confier la propriété, la gestion et la protection de tous les arbres du pays à une seule administration sans ressources suffisantes est une option risquée et contreproductive dans de tels contextes.

- ***CDE biomasse à combustion propre (clean household woodstove)***

On assiste à une forte offensive de structures implantées en pays industrialisés se positionnant sur le marché du cuiseur économe notamment par le biais de la finance carbone pour faire la promotion de leur équipement vantant une combustion propre, notamment sur la base de la technologie « rocket ». Pour des raisons de transportabilité, de stabilité, les chambres de combustion sont généralement trop courtes pour accompagner le développement de la flamme, avec une maîtrise souvent partielle de l'injection de l'air primaire et secondaire.

On va dire qu'il y a une amélioration de la combustion par rapport au cuiseur « trois pierres » mais on est encore loin des conditions de combustion propre et il reste conseillé d'opérer dans un local très aéré ou en plein air pour de tels équipements au bois.

Pour les cuiseurs au charbon à bas coût déjà largement diffusés, généralement en zone urbaine, on l'a vu, mis à part la phase d'allumage si le charbon est de qualité suffisante, les risques sanitaires sont fortement réduits avec une aération suffisante.

Donc, toute la difficulté de large diffusion de CDE propres utilisant la biomasse autre que le charbon de bois est qu'ils s'adressent à un contexte souvent rural, avec de très faibles revenus, avec une biomasse non commerciale, avec un réseau de distribution à mettre en place. Le coût d'investissement est alors souvent dissuasif.

En toute rigueur, on devra seulement mentionner des ***CDE biomasse plus propres (cleaner household woodstove)*** notamment par rapport au « trois pierres ». Pour véritablement parler d'équipements propres, il faudra passer sur des équipements multifonction avec production d'ECS et/ou chauffage, avec un accompagnement long de la flamme avant tout contact avec la surface d'échange et une maîtrise des injections d'air primaire et secondaire. On sera alors encore plus cher.

## Elaboration du cahier des charges et mode de diffusion

Chaque contexte d'usage a des **besoins** de cuiseurs bien spécifiques en termes de niveaux de puissance, d'adaptation à l'ustensile de cuisson, au combustible utilisé. On trouve d'ailleurs généralement deux tailles de cuiseurs dans les familles, un pour le plat principal et un pour l'accompagnement (préparation des sauces, etc..) avec deux puissances différentes.

Si les temps de cuisson sont longs, on pourra travailler sur l'inertie du cuiseur, sinon cette inertie sera à réduire au maximum. Le cuiseur devra-t-il être très spécialisé sur un type de cuisson ou présenter le meilleur compromis, recevoir un seul combustible ou différents types, etc..

L'autre champ de questionnements concerne la **production** et la **diffusion** de ces cuiseurs (matériaux, technicité, prix final, facilité de transport, durabilité, ..).

Les fonctions d'estime (**le look**) font aussi partie de ce cahier des charges permettant d'obtenir de très bons résultats sur le **facteur déclencheur d'achat** par le biais d'un marketing efficace. Des équipements autour de 50 euros commencent à apparaître ayant fortement misé sur cette apparence et des approches commerciales énergiques.



Modèle de CDE au look soigné

La clé du succès pour une large diffusion est que tous les acteurs de la filière y trouvent leur compte en termes économiques en premier lieu: le producteur, le distributeur, le revendeur, l'utilisateur, les incitant à produire, diffuser et acheter le nouveau modèle.

Le mode de diffusion, d'accompagnement à l'achat peut aussi lever les barrières sur la capacité d'investissement d'un CDE biomasse (hors charbon de bois) performant et durable. Pour le moment, ce type de filières qualité à large diffusion n'existe pas, le mécanisme financier reste à inventer. Les gros succès actuels de large diffusion restent sur du « pas cher peu durable ».

On va retrouver deux grandes approches, l'une ayant déjà fait ses preuves s'appuyant sur les filières locales (producteurs et réseau de distribution existants, si possible en valorisant au

maximum les matériaux disponibles localement) et l'autre, récente, privilégiant soit l'importation de CDE soit l'implantation d'usines clés en main avec une notion de franchise aptes à mobiliser des fonds d'investissement parfois conséquents (plusieurs millions d'euros).

Il est encore un peu tôt pour tirer un bilan, les importations semblent souvent vouées à l'échec (prix final trop élevé, complications douanières, ..). Le marché est libre, il faut juste espérer que les futurs usagers notamment en milieu rural ne paieront pas davantage le design que les qualités intrinsèques du CDE (durabilité et performances).

Les procédures de labellisation, encore à mettre en place, devront permettre à l'acheteur de faire son choix en connaissance de cause.

## Technologies existantes

Il existe une multitude de modèles de CDE biomasse : une seule ou plusieurs marmites à la fois, pour un type donné de combustible biomasse, avec ou sans ventilation forcée, fixe ou transportable, etc.

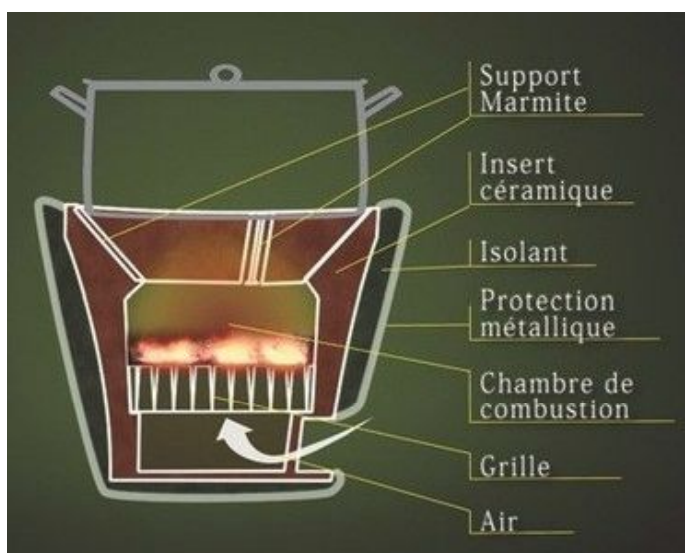
Pour faciliter la compréhension et la catégorisation des CDE que l'on peut rencontrer sur le terrain, il est intéressant de les différencier par leur type de combustion qui aura son importance soit sur le type de combustible à utiliser soit sur les performances attendues.

Il faut aussi savoir que les CDE domestiques pour une seule marmite sont un peu condamnés à un plafonnement de leurs performances autour de 50%, ceci étant du à une surface d'échange limitée (fond de la marmite). L'usage d'ustensiles spécifiques, de deuxième enveloppe autour de la marmite (« pot skirt ») pour augmenter le transfert thermique avec les gaz de combustion reste difficile en termes d'adoption à l'heure actuelle.

On a donc défini 3 grands types de combustion pour les CDE existants :

- la combustion montante sur grille
- la chambre de combustion en L ou « Rocket stove »
- micro-gazéificateur type T-LUD (Top Lid UpDraft)

- **La combustion montante sur grille**



C'est, à l'heure actuelle, le modèle de CDE le plus diffusé en PMA, essentiellement en milieu urbain, là où le combustible est acheté.

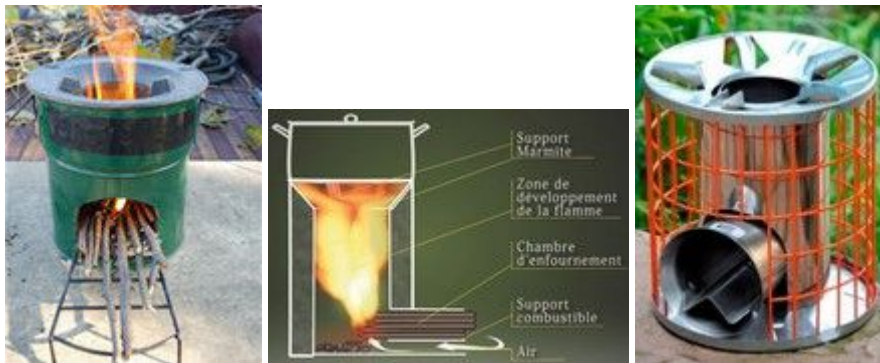
En théorie, l'air entretenant le lit de braises passe à travers la grille (air primaire) et l'air pour brûler les gaz combustibles provient d'au-dessus de la grille si on utilise le bois ou pour un charbon de mauvaise qualité (taux de matières volatiles élevé).

En pratique, tout se mélange. L'intérêt de la grille, est de mieux concentrer le feu, l'air primaire y est quelque peu préchauffé, de consommer toutes les braises (si les trous de la grille retiennent les braises jusqu'à totale consommation) et de former la base d'une chambre de combustion isolée.

Les températures de combustion restent toutefois proches du cuiseur « trois pierres » et la qualité de combustion du bois est faiblement améliorée par rapport à ce dernier. On le recommande pour le charbon uniquement.

Le rendement énergétique se situe autour de 35 %.

- **La chambre de combustion en L ou « Rocket stove »**



Ce type de chambre de combustion a été mis au point par Aprovecho (Larry Winiarski), centre technique basé aux Etats Unis. Le principe de fonctionnement de ce cuiseur repose également sur le principe d'une combustion montante mais où les flammes sont confinées pour maintenir une haute température et limiter l'excès d'air.

Le combustible est introduit horizontalement en partie basse, d'où cette forme caractéristique en L. Il est positionné sur un support sous lequel l'air est conduit vers le lit de braises qui, lui, généralement est sur sole.

La qualité de combustion est meilleure par rapport à la technologie sur grille simple. La température de combustion se situe autour de 800 °C.

Le rendement énergétique reste proche de celui sur grille, autour de 35%, toujours la limite sur une cuisson avec une seule marmite avec surface d'échange réduite.

Les meilleurs résultats sont obtenus avec une chambre de combustion très isolée. Cela nécessite de produire un matériau isolant et réfractaire. Si cette étape est maîtrisée à faible coût, le prix final reste proche des cuiseurs à combustion montante sur grille simple.

On retrouve la nécessité d'un combustible de petit diamètre (autour de 5 cm de diamètre) avec un bois peu tortueux, bien sec (contenant 15 à 20% d'eau sur sa masse totale), garantie quelle que soit la technologie d'une bonne combustion dans cette gamme de puissance.

- **Les micro-gazéificateurs type T-LUD (Top Lid UpDraft)**



A utiliser dans sa version domestique avec des granulés ou des copeaux de biomasse.

Il repose sur le principe de la gazéification où la séparation de la phase de production des gaz et celle de leur combustion est plus marquée.

Il est allumé par le haut (« Top Lid »). L'air primaire, introduit en partie basse, traverse la masse du combustible et permet d'entretenir un lit de pyrolyse qui descend à mesure du dégagement des gaz combustibles. L'air secondaire est injecté en partie haute pour fournir l'oxygène manquant pour initier ou compléter la combustion des gaz qui se dégagent vers le haut (Up Draft).

La combustion est ici encore améliorée en comparaison du « rocket stove », reste néanmoins un faible accompagnement des flammes et un contact avec la marmite trop rapide pour obtenir une combustion complète. Il est préférable de stopper l'apport d'air primaire à la fin des flammes pour ne pas commencer à brûler le charbon de bois avec un effet de forge souvent critique pour la durée de vie de la grille.

Les meilleurs résultats sont obtenus en convection forcée avec l'usage d'un ventilateur intégré. Pour pallier le problème de l'approvisionnement en électricité certaines versions sont déclinées avec des plaques thermoélectriques.

Les rendements énergétiques bougent peu, autour de 40 % (sans tenir compte de l'usage énergétique du charbon produit). La température de combustion se situe autour de 800°C.

Cette technologie de cuisiner est en phase de test/validation dans divers contextes urbains et popularisée en grande partie par les efforts de Paul Anderson. BP et Philips ont investi des efforts conséquents pour diffuser leur modèle sur le principe du T-LUD en Inde, mais n'ont pas réussi. En fait, le positionnement d'un brûleur à granulés en contexte urbain se rapproche de la cuisson au gaz (coût global avec l'investissement et l'usage) sans en avoir tous les avantages (puissance réglable, arrêt instantané, facilité d'approvisionnement). Le différentiel de coût, le positionnement social n'est pas assez marqué à l'heure actuelle pour le rendre compétitif par rapport au brûleur gaz, mais tout évolue..

Pour résumer, il est proposé ce tableau récapitulatif suivant.

Catégorie	Cuiseur traditionnel	Cuiseur Econome		Cuiseur performant	
	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5
Niveau de rendement énergétique	10 - 25 %	26 - 35 %	36 – 45%	46 – 60%	61 – 80%
Fourchette de prix	Moins d'1€	1 à 10 €	11 à 50 €	51 à 400 €	Faible inertie si cuisson rapide, ustensile de cuisson spécifique et/ou forte production eau chaude
Caractéristiques cuiseur domestique	Type « trois pierres »	Faible isolation, combustion montante sur grille	Chambre isolée, modèles T-LUD, monomarmite	Deux cuissons simultanées, production eau chaude combustion performante, extraction mécanique	
Quantité - <b>Economie de combustible</b> par rapport au <b>Niveau 1</b>		2/3 - 1/3	1/2 - 1/2	1/3 - 2/3	1/4 - 3/4
Quantité - <b>Economie de combustible</b> par rapport au <b>Niveau 2</b>			3/4 - 1/4	1/2 - 1/2	1/3 - 2/3
Quantité - <b>Economie de combustible</b> par rapport au <b>Niveau 3</b>				2/3 - 1/3	1/2 - 1/2

Planète Bois s'est positionnée sur le marché des équipements performants, le modèle CMF répond à ce besoin en apportant aussi une réponse au besoin de chauffage. Le choix de valoriser les matériaux et savoir-faire locaux entraîne à travailler sur des équipements avec inertie à assembler sur site. On se rapproche des modes de diffusion type poêles de masse.

## Matériaux

Il s'agit d'un point crucial qui va fortement influencer la durabilité, le prix final, le mode de diffusion, les performances suivant le type de cuisson (longe ou rapide).

Produire un cuiseur durable nécessite un savoir-faire technologique et le recours à des matériaux appropriés, de type réfractaire pour les zones en contact direct avec les flammes et les hautes températures. L'acier commun ne résiste pas.



En contexte PMA, il n'est pas possible de s'approvisionner au fournisseur de matériaux pour produire des mélanges réfractaires pour une production par filière froide (mélange avec liant réfractaire ne nécessitant pas de cuisson) ou par filière chaude (cuisson du mélange).

Le recours à des aciers réfractaires pour la chambre de combustion va augmenter sensiblement le prix final du cuiseur mais va ouvrir un champ large pour le design, la chasse à l'inertie pour les cuissons rapides.

A l'heure actuelle dans le monde des CDE, deux approches bien distinctes, à quelques exceptions près bien sûr:

- production très centralisée de grande taille pouvant exporter avec un recours aux aciers réfractaires
- production souvent décentralisée privilégiant l'argile locale aux qualités réfractaires, à faible dilatation dans la gamme des températures lors des phases de cuisson.

Un CDE standard a une durée de vie entre 2 et 3 ans pour un usage journalier, approcher les 5 ans le positionne dans une fourchette haute en termes de durabilité.

## Les tests de CDE

Depuis presque une trentaine d'années, la caractérisation des performances des CDE passe par une suite de 3 tests :

- le test d'ébullition de l'eau (test en laboratoire) – WBT (Water Boiling Test)
- le test de cuisson contrôlée (idem en laboratoire) – CCT (Controlled Cooking Test)
- le test de suivi sur le terrain qui suit la consommation de combustible sur une semaine entre une population cible utilisant le CDE et une population cible (de préférence la même) utilisant le cuiseur traditionnel – KPT (Kitchen Performance Test)

Ce sont ajoutés dernièrement des tests de sécurité, de durabilité (pas encore vraiment finalisé), on parle aussi de tests d'adaptabilité au contexte d'utilisation.

### **Le seul test qui doit définir les économies réalisées par le CDE est le test terrain !!**

Cela est acquis par tous les intervenants sérieux dans la diffusion des CDE, mais on entend encore des économies à propos de tel CDE seulement définies par le test d'ébullition de l'eau. Plus ennuyeux, les méthodologies de quantification des URCE (Unité de Réduction Certifiée d'Emissions) pour les projets de diffusion de CDE voulant avoir accès à la finance carbone se basent sur le test d'ébullition de l'eau, ce qui est loin d'être intellectuellement satisfaisant. Il faut reconnaître que les projets doivent prévoir un budget suffisant et si possible faire appel à une équipe spécialisée pour réaliser un test de suivi de consommation sur le terrain de qualité (méthodologie d'enquête, analyse statistique, procédure d'échantillonnage, respect règle statistique 90/10, nombre suffisant de ménages suivis, ..)

## Un manque de consensus sur le Test d'Ébullition de l'Eau

On pourrait rédiger un livre à ce sujet, tant ce test fait matière à débats.

Le concept de ce test est d'utiliser une certaine quantité d'eau et de reproduire un scénario de cuisson standard (amener à ébullition cette quantité d'eau puis la maintenir en frémissement sur un temps donné, juste en dessous de la forte ébullition). On s'approche d'une cuisson de céréales, de soupe, qui compose une grande partie des repas habituels.

Ce concept est pertinent car il permet d'avoir un test facile à conduire, sans trop d'instrumentation (balance de cuisine, thermomètre d'immersion et montre), avec une bonne répétabilité (coefficient de variation faible entre les tests pour un même CDE biomasse).

Certains veulent en faire un test référence à l'échelle internationale pour permettre une future labellisation des CDE, d'autres souvent plus proches du terrain veulent juste en faire un des outils dans le processus de développement technologique des CDE pour s'assurer que si une configuration donne de meilleurs résultats à ce test en laboratoire (performances énergétiques, niveau d'émissions polluantes), elle doit pouvoir donner de manière proportionnelle de meilleurs résultats sur le terrain.

Ce paradigme initial conditionne tout le reste et on n'obtiendra pas du tout le même protocole de test in fine.

- ***Paradigme 1 : une référence internationale pour future labellisation***

Il s'agit d'une approche plutôt académique avec un objectif de catégoriser les CDE suivant leurs performances énergétiques et leurs niveaux d'émissions. Cela a été le paradigme initial et reste encore très majoritaire. Le problème est que personne n'est d'accord sur une simulation de cuisson standard, avec ou sans vapeur d'eau, avec ou sans couvercle, avec un combustible standardisé ou non, etc..De multiples versions de ce test ont vu le jour, corrigeant des erreurs initiales dans les formules, etc, la dernière en cours est le WBT 4.2.1 finalisé pour le combustible bois, en cours pour le charbon. Il devient de plus en plus complexe (lien avec émissions et appareillage sophistiqué, contrôle rigoureux des caractéristiques de la biomasse,..)

Il sera a priori à terme à la seule charge de laboratoires régionaux agréés, avec un personnel qualifié, avec un volume de tests conséquents, disposant de l'appareillage nécessaire, pour catégoriser les CDE. Mais il ne faudra pas se baser sur ce test pour prédire les bonnes performances du CDE sur le terrain, un CDE très bien placé dans ce test peut être inutilisable en conditions de terrain (pas adapté au combustible, puissance, taille, type de marmite, etc..).

Cela en réduit donc son intérêt pour les concepteurs et développeurs de CDE.

- *Paradigme 2 : un test comparatif simple pour optimiser les performances du CDE*

Ici, on garde la philosophie d'un test simple à mettre en œuvre, il s'agit d'identifier au préalable les cycles de cuisson et de définir un test le plus proche du contexte d'utilisation (de future diffusion du CDE) : type de combustible, de marmite, durée, phasage des puissances,....

Il faut ensuite vérifier la bonne corrélation entre ce test de laboratoire défini pour chaque zone d'homogénéité culinaire et le test de suivi sur le terrain.

Il est alors possible par des tests comparatifs en laboratoire avec des conditions externes maîtrisées d'identifier les paramètres internes les plus influents du CDE sur ces performances, ces émissions (l'usage de plans expérimentaux factoriels est une option pertinente).

Les deux paradigmes ont leur place, mais on n'entend parler que du premier, c'est un peu dommage dans une démarche de transfert de savoir-faire vers le plus grand nombre (entrepreneurs, développeurs en contexte PMA notamment).

## **Influence des paramètres extérieurs et sensibilisation**

Sur les technologies actuelles des CDE, il faut souligner la forte influence des paramètres extérieurs sur les performances, les émissions et l'inhalation de polluants (caractéristiques de la biomasse, présence de vent, mode de rechargement en combustible, taux de ventilation, mode de cuisson,..).

Heureusement, plus la technologie est avancée moins les paramètres externes ont une influence sur ces trois réponses : performances, émission et inhalation de polluants. Une chambre de pyrolyse et une de développement de la flamme séparées, le recours à un extracteur mécanique, une sortie des gaz à l'extérieur de la cuisine vont limiter fortement cette influence. Hélas, on ne sait pas encore diffuser largement ces technologies performantes dans un contexte rural faiblement monétarisé.

Il est donc recommandé d'accompagner l'appui aux filières de production-diffusion avec des campagnes de sensibilisation donnant des informations pratiques sur l'usage du CDE (ventilation, mode d'allumage, usage de biomasse sèche, usage de couvercles, nettoyage de la grille, etc..).

## **Ressources**

**Non adaptabilité du WBT standard pour le contexte cambodgien - 2014**  
[2014-08\\_DBT\\_AdaptedWBT\\_eng\\_vF.pdf](#)  
Document Adobe Acrobat [814.7 KB]

- retour d'expérience du GERES sur large diffusion de CDE au Cambodge  
<http://www.geres.eu/images/stories/publis/publi-nls-fr.pdf>

- capitalisation réalisée par la GIZ sur le savoir faire en diffusion de CDE [https://energypedia.info/index.php/GIZ\\_HERA\\_Cooking\\_Energy\\_Compedium](https://energypedia.info/index.php/GIZ_HERA_Cooking_Energy_Compedium)
- site de Paul Anderson sur technologie T-LUD, <http://www.drtilud.com/>
- site listant les procédures de tests de CDE, <http://www.pciaonline.org/testing>
- [Zone pilote](#)
- [Biomasse sèche](#)
- [Cahier des charges](#)
- [Combustion propre](#)
- [Cuiseur Domestique Econome \(CDE\)](#)
- [Finance carbone](#)
- [Hamman](#)
- [Structure relais](#)
- [Technologie HPEE filière courte](#)

## Planète Bois

17 bis route de Toulouse

65 690 Barbazan Debat

[contact@planetebois.org](mailto:contact@planetebois.org)

