

LES COMBUSTIBLES OBTENUS A PARTIR DE DÉCHETS D'ORIGINE NATURELLE EN AFRIQUE ET DANS LES CARAÏBES

PRESENTATION SYNTHÉTIQUE DE L'ÉTAT DES LIEUX ET DES RETOURS D'EXPERIENCES

Le Contexte - les enjeux

Une part importante des déchets ménagers est de nature combustible. En fait, toute la fraction organique, qui va des déchets putrescibles aux plastiques, en passant par le bois, le caoutchouc, le cuir, le papier, le carton, les textiles, les déchets hygiéniques, est un combustible potentiel. Mais l'incinération de l'ensemble des déchets, telle qu'elle se pratique dans les pays du nord, n'est pas envisageable dans les pays du sud, du fait du coût d'investissement et de fonctionnement de ce type de technologie, et de la très forte humidité de ces déchets.

Cependant, si les déchets sont triés, on peut envisager d'en valoriser une partie sous forme d'énergie. Mais les combustibles issus de déchets nécessitent certaines précautions liées à la nature des matériaux utilisés, la combustion dégageant des particules gazeuses et des poussières susceptibles d'être toxiques non seulement selon le mode de combustion mais aussi selon la nature des produits brûlés. Il est donc important de bien cadrer ce qu'il est possible de faire, dans des conditions économiques intéressantes mais aussi dans des conditions sanitaires et environnementales satisfaisantes.

L'usage de déchets d'origine naturelle comme les papier-cartons, sciure de bois, déchet végétaux, comme combustible peuvent présenter le double avantage d'être une énergie alternative au bois et charbon de bois qui est un facteur important de la déforestation aux abords des villes, et même au-delà, tout en étant une solution à bas coût de gestion des déchets, limitant les coûts de transport et de traitement des déchets en décharge. On dénombre de nombreuses expériences sur la valorisation de ces déchets sous deux principales formes :

- **La compression de déchets non carbonisés, avec l'ajout éventuel d'un liant :** cette technique est souvent utilisée pour les déchets de papier-carton, mais on la trouve aussi dans le cas de sous-produits agricoles mélangés à de l'argile.
- **La compression de déchets carbonisés, avec l'ajout d'un liant :** cette technique permet de traiter toutes sortes de déchets naturels mais avec des variations de qualité en fonction du type de déchet carbonisé.

Ces combustibles alternatifs qui arrivent sur un marché très concurrentiel, rencontrent beaucoup de difficultés pour être acceptés par les potentiels clients. Ces difficultés viennent du fait que la qualité de ces combustibles est très différente de celle des combustibles traditionnels. De plus, ces différentes qualités entraînent souvent un changement de comportement des utilisateurs : augmentation de la consommation, vidage des cendres plus fréquent, allumage plus ou moins facile... tous ces changements d'habitude sont autant de freins à l'entrée sur le marché de ces combustibles alternatifs.

Exemple de deux types de combustibles produits à partir de déchets d'origine naturelle

Bûchettes papier-carton

Technique générale

Les bûchettes papier-carton sont principalement faites à partir de déchets de papier et de carton (ajout parfois d'autres biomasses végétales sèches). Ceux-ci doivent donc être triés au préalable. Ils sont ensuite mis à tremper dans un bassin d'eau durant 24 à 48h puis ils sont malaxés pour être transformés en une sorte de pâte à papier. Cette pâte est ensuite mise dans un moule puis compactée à l'aide d'une presse. Ceci extrait de la pâte la majeure partie de l'eau qu'elle contenait et elle prend la forme du moule (bûchette, briquettes, boulets...). Une fois démoulées, il faut bien les faire sécher avant de pouvoir les utiliser comme combustible.

Il est possible d'employer différents type d'outils pour broyer, malaxer et presser les bûchettes, et cet outillage peut avoir un impact très important sur la viabilité d'un tel projet. Il faut trouver le bon compromis entre productivité et frais de fonctionnement des machines.

Exemple de Ouagadougou

Le Projet Stratégie de Réduction des Déchets à Ouagadougou-Création d'Emplois et de Revenus (PSRDO-CER), a été engagé par la commune de Ouagadougou pour tenter de réduire les déchets enfouis au niveau du Centre d'Enfouissement Technique (CET). Selon les différentes observations et constats de la ville, le dixième du budget consacré à la gestion des déchets est utilisé uniquement pour le transport et l'enfouissement des déchets urbains. Les papiers et carton représentent 3 % des déchets collectés, soit 9 000t par an. Il a donc été projeté de développer une unité de production de bûchettes à partir des déchets de papier et carton pour en faire un combustible à usage industriel et les détourner de la mise en décharge.

A Ouagadougou, un broyeur à couteau, disponible pour d'autres activités au niveau de la plateforme de valorisation des déchets, a été utilisé pour déchiqueter les papiers. Ceux-ci étaient ensuite malaxés manuellement dans des bassins d'eau, puis pressés à l'aide d'une presse manuelle hydraulique. Une équipe de 3 personnes était mobilisée pour ces activités. Différents essais avec des dosages différents entre carton ondulé, papier journal et papier d'impression ont été réalisés, mais la variation de ces paramètres a peu d'influence sur la qualité finale des bûchettes, dont le PCI est d'environ 15,3kJ/kg (PCI du charbon de bois entre 25 et 30 kJ/kg, PCI du bois 14 kJ/kg).



Illustration1 : Briquette à base de carton

Coût

Dans le cas du PSRDO, les déchets de papier et carton sont broyés avant d'être mis à tremper dans l'eau. Le broyeur a coûté 25 000 €, mais il est surdimensionné pour cette activité (il sert également sur la plateforme de compostage municipale). On pourrait à moindre frais mettre les papiers à tremper et utiliser un mixeur industriel pour les déchiqueter ensuite. Un mixeur industriel d'occasion coûte environ 300 €.



Illustration3 : Mixeur industriel

La presse hydraulique manuelle coûte elle 7000 € pour

une capacité de 25 bûchettes par heure. Ce rendement très faible est lié à une mauvaise conception de la machine, qui était fixée à 1000 bûchettes par jour. Le prix très élevé est notamment dû au système hydraulique permettant une pression très importante alors qu'il a été montré par la suite qu'avec un système manuel un simple bras de levier permettait d'atteindre le même taux de compression des bûchettes.

L'avantage de ce procédé de valorisation est qu'il peut être entièrement manuel ; on peut donc adapter les investissements en fonction des moyens disponibles.



Illustration2 : Presse manuelle hydraulique

Points clés

Il est très important d'avoir une bonne connaissance du gisement de matière première disponible et de ne pas le surestimer. De plus, les déchets ne sont pas gratuits. Il est important de ne pas négliger les coûts de tri des papiers-cartons ainsi que celui du transport vers l'unité de valorisation. Ces facteurs sont à la source de l'arrêt de nombreux projets.

Ce type de combustible est complètement nouveau pour les usagers et nécessite donc un accompagnement pour son utilisation. Dans le cadre de ce projet, les bûchettes Papier-Carton étaient plutôt destinées à un usage industriel.

Le prix de vente est un facteur déterminant pour l'utilisation de ce type de combustible. En l'occurrence, suite à des essais sur une chaudière industrielle, il a été démontré qu'il fallait deux fois plus de bûchettes papier-carton que de bois pour un même fonctionnement. Les bûchettes doivent donc coûter a minima deux fois moins cher que le bois pour être concurrentielles.

Les conditions de disponibilité de la matière n'ayant pas trouvé d'accord avec l'industriel susceptible de se lancer dans cette production, le projet a été abandonné. Des essais à l'échelle artisanale sont en cours.



Illustration 4: Essais de combustion en chaudière industrielle

Combustible à base de déchets carbonisés

Technique générale

La production de combustible à base de charbon, communément appelé « charbon vert », consiste à carboniser par pyrolyse différents déchets d'origine naturelle (bois, feuilles mortes, papier-carton, tissu, coques d'arachide, balles de riz...) et de réduire ce charbon en poudre. Cette poudre de charbon est ensuite agglomérée à l'aide d'un liant (amidon de manioc, gomme arabique, mélasse...) et d'un système de presse pour prendre toute sorte de forme (bûchettes, briquettes, boulettes...) donnant à ces combustibles un aspect plus ou moins similaire à celui du charbon de bois.

Exemple de Madacompost

Madacompost est une plateforme de compostage à Mahajanga, sur l'île de Madagascar. Pour diversifier ses sources de revenus, Madacompost a mis en place une unité de production de « charbon vert » : Briketeco. Les Briketeco sont fabriqués à partir d'un mélange de poudres ou fines de charbon, d'argile comme agent de structure, de farine avarié ou poudre de manioc impropre

à la consommation comme liant et de poudre de coques de coco comme rehausseur de pouvoir calorifique.

La poudre de charbon provient en grande partie des déchets de charbon récupérés lors du tamisage du compost. Tous les refus de tamis du compost sont mis à tremper dans des bacs de décantation et les particules de charbon flottantes sont récupérées en surface. Les morceaux de bois trop gros pour être compostés sont carbonisés dans un baril de pétrole aux parois percées et dont le couvercle a été muni d'une cheminée. Ce type de pyrolyseur est largement utilisé par les producteurs de «charbon vert », car il est peu cher, facile d'utilisation avec un rendement de 20 à 25 %, ce qui est plutôt correct dans le cadre d'un dispositif artisanal.

Le charbon est ensuite réduit en poudre manuellement à l'aide de pilons et mortiers. Cette activité étant la plus gourmande en main d'œuvre, il est prévu d'acheter un broyeur pour améliorer la productivité. La poudre de charbon est mélangée à un liant, de la farine de blé périmée et de l'argile, puis compactée sous forme de briquettes à l'aide d'une extrudeuse (hachoir à viande modifié). La mécanisation de l'extrudeuse a permis à l'unité d'atteindre une capacité de production maximale de 125 kg par jour.



Illustration 5: Pyrolyseur de Madacompost

Coût

Les coûts d'investissement pour la mise en place de ce type d'activité sont relativement faibles. La plupart des étapes peut être réalisée manuellement. On peut donc s'adapter en fonction de la main d'œuvre et du fonds d'investissement disponible.

Pour un pyrolyseur en baril de pétrole, il faut compter entre 20 et 30 €. Mais ces pyrolyseurs ne sont pas très résistants, à la corrosion notamment, et il faut prévoir de renouveler régulièrement cet investissement.

On peut utiliser un broyeur à marteau pour broyer le charbon en poudre (pour environ 400 € on peut disposer d'un broyeur suffisant dans le cadre d'une production d'une tonne par mois de « Charbon vert »).

L'extrudeuse et son système mécanique coûte environ 360 €.

Si l'opération de broyage est mécanisée, ce qui est le cas chez la plupart des producteurs de «charbon vert », 2,5 personnes/jour permettraient la production d'environ 17 tonnes de Briketeco par an.



Illustration 6 : Extrudeuse de Madacompost

Points clés

La qualité des déchets carbonisés a une influence fondamentale sur la qualité du « charbon vert ». Globalement, plus le déchet initial est dense, plus il aura un fort pouvoir calorifique. Les coques de noix de coco sont un déchet très intéressant pour cela. Cependant, la plupart des unités de production de « charbon vert » utilise des déchets de charbonnier, et donc du charbon de bois.

Le liant joue un rôle important sur la qualité du « charbon vert ». Il peut le rendre plus ou moins cassant, ralentir la combustion, augmenter la fumée... Une propriété souvent recherchée est le ralentissement de la combustion et l'argile est souvent utilisée comme liant à cet effet.

La mécanisation des différentes étapes et l'outillage nécessaire sont à réfléchir intelligemment. Dans la plupart des cas, il est plus intéressant en termes de productivité de mécaniser le broyage plutôt que le pressage des briquettes. De plus, il est souvent préférable d'avoir plusieurs petites machines plutôt qu'une machine à forte capacité. Ceci permet d'adapter la production en fonction de la main d'œuvre disponible, surtout dans le cas d'une activité complémentaire comme dans le cas de Madacompost, et de maintenir une production en cas de panne d'une machine.

Le prix de vente de Briketeco est de 300Ar/kg (0,10 €/kg), tandis que le charbon de bois est lui à 500Ar/kg (0,16€/kg). Le prix de Briketeco a été fixé ainsi car il présente un plus faible pouvoir calorifique que le charbon de bois, et qu'il s'agit d'un nouveau produit pour lequel il faut créer le marché. Néanmoins, ce tarif permet une marge bénéficiaire de 20 % environ.

Qu'en conclure

Chaque situation de production de combustible est un cas particulier et il est très difficile de tirer des généralités, si ce n'est sur l'efficacité de l'outillage. Il s'agit d'une solution pertinente pour la réduction de la consommation des combustibles classiques (bois et charbon de bois) et ainsi de la réduction de la pression sur la ressource forestière. Cela peut également être une solution pour le traitement d'une partie des déchets urbains alternative à l'enfouissement ou aux dépôts sauvages.

Bien que l'équilibre économique de ces structures de combustibles alternatifs soit précaire, il est possible de les rendre rentables. Mais cet équilibre économique n'est trouvé dans la plupart des cas que grâce à l'inventivité des entrepreneurs qui en sont à la tête. Elle repose avant tout sur de bonnes compétences managériales et commerciales, car au-delà des problèmes purement techniques de production, c'est surtout grâce à des techniques de commercialisation et de marketing ingénieuses et réfléchies que les producteurs arrivent à trouver une place pour leurs « charbons verts » dans le secteur très concurrentiel du combustible.

Pour la commercialisation d'un combustible alternatif, il est nécessaire de bien connaître ses propriétés, pour diffuser un message clair aux utilisateurs. Il n'existe pas encore de réel dispositif de test permettant de caractériser ces combustibles. Cependant, le Water-Boiling Test, simple et facile à réaliser, permet de comparer des combustibles aisément. Il consiste à mesurer et comparer le temps pour amener à ébullition 1 litre d'eau à l'aide de différents combustibles.

Enfin, l'un des écueils souvent rencontrés est celui de la surestimation du gisement de matière première ou d'une sous-estimation de son coût. Face à cela, il est préférable de commencer ces activités à l'échelle de micro-projet pour adapter les techniques, la main d'œuvre et le produit à la demande et aux exigences des clients. Dans un contexte urbain de gestion des déchets, la collectivité doit assumer les frais de transport de traitement des déchets. Ces unités de valorisation de déchets sous forme de combustible peuvent faire l'objet d'une rémunération partielle par les pouvoirs publics dans la mesure où elles permettent le détournement d'une partie du gisement de déchets.

Bibliographie

Les principaux documents aillant permis l'élaboration de cette fiche sont :

1. Valorisation énergétique des papiers cartons issus des déchets de la ville de Ouagadougou, CEFREPADE, 15pp, Février 2012
2. Production de briquettes combustibles à partir de déchets, Rapport provisoire, ENEA Consulting, 2pp, mars 2014
3. Le charbon vert, espoirs et réalités d'une alternative énergétique séduisante, la Guilde Européenne du Raid, 69pp, Février 2014
4. The Water Boiling Test, version 4.2.2, Global Alliance for Clean Cookstoves, 86pp, avril 2013

Re-Sources

La Plateforme Re-Sources est un réseau de référence dans le domaine de la gestion des déchets ménagers dans les pays africains et caribéens. Son objectif global est de contribuer à améliorer la gestion des déchets dans les villes en développement, en favorisant les stratégies de réduction et de valorisation des déchets. En rassemblant des acteurs professionnels de la gestion des déchets des pays du Sud, Re-Sources capitalise des approches innovantes prenant en compte les spécificités socioéconomiques des contextes locaux dans les recommandations pratiques et politiques. Il s'agit à travers ce réseau de diffuser des bonnes pratiques par l'information et la formation des organisations de la société civile, des collectivités et des décideurs politiques.

Rédaction

Mathieu BRUNEAU (CEFREPADE)

Coordination

Mathieu BRUNEAU (CEFREPADE) - Bernard NONGUIERMA

Contribution et relecture

Georges Morizot – GEVALOR

Pascale Naquin – CEFREPADE

Samuelson Andriamanohisoa – Madacompost

Mathieu GOBIN – ETC Terra

Guillaume Kerlero – ENEA consulting

Pierric Raulin – GEVALOR

Plateforme Re-Sources

BP : 01 BP 783 Ouagadougou 01

Rue Liuli Péné- Zone du Bois,

Ouagadougou BURKINA FASO

(+226) 50 36 38 04

contact@plateforme-re-sources.org



Ce document a été réalisé avec l'aide financière de l'Union Européenne, l'Agence Française de Développement et le Fonds Français pour l'Environnement Mondial. Le contenu de ce document relève de la seule responsabilité de la plateforme Re-Sources, et ne peut en aucun cas être considéré comme reflétant la position des partenaires financiers.