



**Research Network on Innovation
Réseau de Recherche sur l'Innovation**

WORKING PAPERS

DOCUMENTS DE TRAVAIL

N°55 / 2018

**L'UTILISATION DOMESTIQUE DU BOIS-ENERGIE EN AFRIQUE
REDUIRE LES IMPACTS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX**

Marie-Noëlle REBOULET

L'UTILISATION DOMESTIQUE DU BOIS-ENERGIE EN AFRIQUE REDUIRE LES IMPACTS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX

DOMESTIC USE OF WOOD ENERGY IN AFRICA: REDUCING HEALTH AND ENVIRONMENTAL IMPACTS

Marie-Noëlle REBOULET¹

Résumé : Plus de 2.7 milliards de personnes cuisinent avec la biomasse aujourd'hui dans le monde, soit 200 millions de plus qu'en 2004. En Afrique subsaharienne, le bois, transformé ou non en charbon, fournit 80% de l'énergie domestique (IEA). La combustion, souvent inefficace, produit une grande quantité de fumées et de gaz toxiques qui provoquent des dommages respiratoires, cardiaques et oculaires chez les femmes et les jeunes enfants. Cette combustion inefficace provoque plus de 4,3 millions de morts prématurées par an (OMS, 2014). Plus que le paludisme. L'utilisation du bois-énergie, soit directement, soit après transformation en charbon, est également responsable d'impacts environnementaux sur les forêts et le climat. Le bois est une source d'énergie renouvelable et un moyen de séquestrer du carbone, mais son exploitation non durable et sa combustion inefficace dans certaines régions du monde, et tout particulièrement en Afrique sub-saharienne et en Asie du Sud, provoquent des émissions de gaz à effet de serre, entraînent des dégradations des forêts et contribuent à la déforestation. Les préoccupations liées à l'utilisation de la biomasse demeurent d'une grande actualité, les enjeux sanitaires et environnementaux de l'utilisation du bois-énergie, en particulier en Afrique sub-saharienne, et des cuisines améliorées sont analysés en se fondant sur des travaux de recherche récents et sur les actions et les études conduites par l'ONG GERES. Sans oublier que chaque innovation, même modeste, est importante pour les producteurs et les utilisateurs de ces équipements au quotidien.

Abstract : More than 2.7 billion people cook with biomass today in the world, 200 millions more than in 2004. In Sub-Saharan Africa, wood, converted or not into charcoal, provides 80% of domestic energy (IEA). Combustion, often inefficient, produces a large amount of smoke and toxic gases that cause respiratory, cardiac and eye damage in women and young children. This inefficient combustion causes more than 4.3 million premature deaths a year (WHO, 2014). More than malaria. The use of wood energy, either directly or after conversion into coal, is also responsible for environmental impacts on forests and climate. Wood is a renewable energy source and a means of sequestering carbon, but its unsustainable logging and inefficient combustion in some parts of the world, particular in sub-Saharan Africa and South Asia, where it is causing greenhouse gas emissions, degrading forests and contributing to deforestation. The issue of clean cookstoves dissemination is often addressed mainly through its technico-economic dimensions: shape, size, materials to optimize energy efficiency, the reduction of smoke and the price, these three objectives being in some cases contradictory. However, these dissemination efforts are effective only if appropriateness to each local situation is ensured. It's especially in kitchens that everything is played! If women's needs, habits and preferences are not taken into account, the stoves will be mis- or unused. Innovation must be both technical and social. Concerns about the use of biomass energy remain highly relevant. The health, environmental and economic challenges associated with using wood energy, particularly in sub-Saharan Africa, and clean cookstoves, are analyzed based on recent research and on the actions and studies conducted by the NGO GERES. Every innovation, even modest, is important for producers and daily users.

© Réseau de Recherche sur l'Innovation, 2018

¹ GERES (Groupe Energies Renouvelables, Environnement, Solidarités)

**L'UTILISATION DOMESTIQUE DU BOIS-ENERGIE EN AFRIQUE
REDUIRE LES IMPACTS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX**

**DOMESTIC USE OF WOOD ENERGY IN AFRICA: REDUCING HEALTH AND
ENVIRONMENTAL IMPACTS**

Marie-Noëlle REBOULET

TABLE

INTRODUCTION	4
1. L'UTILISATION DU BOIS-ENERGIE POUR LA CUISSON	5
2. LES ENJEUX SANITAIRES	6
3. LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX	6
4. LES FOYERS OU CUISEURS AMELIORES	9
CONCLUSION	13
BIBLIOGRAPHIE	13

INTRODUCTION

En préalable, rappelons que si la notion d'énergie recouvre de nombreux phénomènes physiques ou chimiques, ce qui importe à nous tous, ce sont les services rendus par l'énergie comme cuire, chauffer, refroidir, transporter, éclairer, cultiver, communiquer, etc ... Passer de la ressource (combustibles fossiles, biomasse, vent, eau, soleil, uranium, ...) aux services n'est ni simple ni gratuit, cela exige des techniques qui ont des coûts et des impacts. C'est ce que nous allons encore voir avec le cas du bois-énergie dans les pays les plus pauvres, et plus particulièrement en Afrique sub-saharienne.

L'« accès à l'énergie durable pour tous » est devenu un slogan et un enjeu politique majeur dans les pays en développement en ce début de 21^{ème} siècle. En 2010, à la suite des conférences internationales sur le développement durable (Rio 1992, Johannesburg 2002), l'Assemblée Générale des Nations-Unies proclame 2012, « Année internationale de l'accès à l'énergie durable pour tous ». Cette Année internationale se prolonge par l'Initiative des N-U pour « une énergie durable pour tous » (*SE4All* en anglais), qui a pour ambition de « transformer le système énergétique mondial de manière positive », avec trois objectifs à atteindre d'ici 2030² :

- assurer un accès universel à l'énergie, et notamment à l'électricité ;
- doubler l'efficacité énergétique afin de diminuer la consommation totale d'énergie ;
- doubler la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique mondial, et la porter ainsi à 30 %.

Ces questions mobilisent une grande diversité d'acteurs : politiques, ministères en charge de l'énergie et agences étatiques (le Mali, par exemple, compte 4 agences plus ou moins dédiées - AMADER, ANADEB, AER, AMARAP³), entreprises internationales ou artisans locaux, les Nations-Unies et ses agences spécialisées comme l'OMS, mais aussi la *Global Alliance for Clean Cookstoves* (GACC) sur laquelle je reviendrai, la coopération bilatérale comme celle de l'Allemagne avec la GIZ ou encore les ONG nationales et internationales.

Je me situe dans cette dernière catégorie, en tant que membre d'une ONG internationale, le GERES (Groupe Energies Renouvelables Environnement Solidarités), une association créée à Marseille en 1976, à l'époque pour favoriser les innovations dans l'utilisation de l'énergie solaire, notamment thermique. L'association a alors une vision proche de l'écodéveloppement, selon l'expression d'I. Sachs, qui deviendra le « développement durable ». Aujourd'hui le GERES continue d'innover avec des solutions techniques adaptées dans les domaines de l'habitat bioclimatique, de la biomasse, de la précarité énergétique et de l'électrification productive dans plus de 10 pays, en Afrique, en Asie et en France, avec 170 salariés français ou nationaux et un budget de 9 M€⁴. En 1996, un projet de diffusion de cuiseurs améliorés est initié au Cambodge, pays sorti de la guerre civile en 1993. Dans les années 2000, ce projet prend une ampleur nationale grâce à une innovation financière, l'utilisation de financements issus du marché volontaire des crédits-carbone, et devient une référence dans ce domaine. Des actions relatives au bois-énergie, mais à moins grande échelle, ont suivi en Asie centrale et en Afrique, principalement au Mali et au Maroc. C'est donc bien de ce point de vue d'ONG que j'analyse ici la question du bois-énergie et de ses impacts.

² <http://www.se4all.org/>

³ Voir liste des acronymes en fin d'article

⁴ <http://www.geres.eu/fr/association/rapports-d-activite>

Après avoir fait le point sur l'utilisation du bois-énergie pour la cuisson (mais aussi, on l'oublie souvent, le chauffage de l'eau et le chauffage des logements, y compris en Afrique sub-saharienne), j'analyserai les enjeux et je présenterai un état des lieux des foyers améliorés.

1. L'UTILISATION DU BOIS-ENERGIE POUR LA CUISSON

La moitié du bois coupé dans le monde est utilisée comme combustible (FAO, 2013) mais ce n'est qu'en 2002 que l'Agence Internationale de l'Energie commence à publier des statistiques sur l'utilisation traditionnelle de biomasse pour la cuisson. Et bien souvent, notamment dans les discours en Afrique sub-saharienne ou à propos de l'Afrique sub-saharienne, le terme « énergie » est devenu synonyme « d'électricité ». Mais dans la réalité, dans cette région du monde, la consommation finale d'énergie repose à 80% (IEA) sur la biomasse, c'est-à-dire sur les matières organiques. Au Mali, la biomasse représente 78% de la consommation finale d'énergie du pays, contre 17% pour les produits pétroliers et 5% pour l'électricité. Toujours au Mali, le bois et le charbon de bois représentent respectivement 84% et 13% de la consommation domestique en énergie, hors transport (AMADER, 2016).

A l'échelle mondiale, en 2004, 2,5 milliards de personnes dépendaient de la biomasse comme combustible primaire pour la cuisson, soit 52% de la population et 83% des ruraux des pays en développement, dont 575 millions en Afrique sub-saharienne, 740 millions en Inde et 480 millions en Chine. En 2014 ce sont plus de 2,7 milliards de personnes à l'échelle mondiale, dont 792 millions en Afrique sub-saharienne (soit 81% de la population), 453 Millions en Chine et 819 millions en Inde (IEA, 2016) qui utilisent le bois-énergie. En Afrique sub-saharienne, il y a donc eu, en 10 ans, plus de 200 millions de personnes supplémentaires directement concernées par cette question. La croissance démographique des prochaines décennies laisse prévoir un accroissement de la consommation de bois-énergie qui reste la source d'énergie la plus accessible aux populations les plus pauvres. C'est donc clairement une question d'actualité, et non pas une question du passé destinée à disparaître.

En terme de dépenses, au Mali, la facture énergétique s'élève à 650 millions €, dont 7% pour la biomasse, 74% pour les produits pétroliers et 19% pour l'électricité. Mais on estime que 60% de la biomasse, en termes de consommation finale d'énergie, ne sont pas achetés (AMADER, 2016), c'est une consommation « invisible » dans l'économie nationale.

La consommation de bois-énergie n'est pas un problème en soi puisqu'il s'agit, en principe, d'une source d'énergie renouvelable. Pourtant, dans toutes les régions pauvres du monde, les enjeux relatifs à cette consommation de bois-énergie, liés le plus souvent aux techniques de production et d'utilisation, sont multiples et exigent d'innover :

- enjeux socio-économiques : qualité de vie des femmes, dépenses des ménages, temps consacré à la collecte du bois, matériels et logements noircis par les fumées, faible efficacité des activités économiques liées (activités charbonnières et transformations agro-alimentaires artisanales avec cuisson),
- enjeux sanitaires : pénibilité de la collecte du bois, pénibilité et temps consacré à un mode de cuisson peu efficace, brûlures des enfants, conséquences sur la santé des femmes et des enfants des fumées et gaz toxiques produits par la combustion.
- enjeux environnementaux : impacts sur les forêts, le climat et la pollution atmosphérique.

2. LES ENJEUX SANITAIRES

Quand on brûle de la biomasse avec des équipements traditionnels ouverts et rudimentaires (« 3 pierres » le plus souvent en Afrique sub-saharienne mais aussi en Asie), la cuisson ou le chauffage de l'eau sont souvent longs et la combustion, inefficace, produit une grande quantité de fumées (PM, *particulate matter* ou particules fines) et des gaz toxiques (notamment le monoxyde de carbone) qui provoquent des dommages respiratoires, cardiaques et oculaires chez les femmes et les jeunes enfants. L'OMS évalue à 4,3 millions/an les morts prématurées dues à l'inefficacité de l'usage traditionnel de la biomasse pour la cuisson (OMS, 2014). Plus que le paludisme.

L'exposition à ces polluants dépend de plusieurs facteurs, tels que le lieu consacré à la cuisine (en Afrique la cuisine en extérieur en saison sèche réduit cette exposition), la ventilation, les habitudes de cuisson, le type de combustibles (bois sec, bois vert, qualité du charbon de bois) et les caractéristiques des foyers utilisés. Les innovations concernent la mise au point et l'utilisation de cuiseurs ou foyers dits « améliorés » qui permettent de réduire significativement la pollution de l'air dans les logements produite par la cuisson ou le chauffage de l'air ou de l'eau. L'étude RESPIRE (Smith & al, 2011) montre une réduction de l'exposition des femmes et des enfants au monoxyde de carbone de respectivement 91 et 61% quand on utilise des foyers au bois avec cheminée, une innovation apparemment modeste mais dont on apprécie les effets. Toutefois des études seraient encore nécessaires pour valider les résultats pour différents modèles de foyers améliorés et en particulier en situation réelle. Il serait de même utile de mieux comprendre les interactions entre la réduction de la pollution intérieure et la réduction des risques sanitaires.

Ces enjeux sanitaires, globalement bien documentés, sont actuellement ceux qui mobilisent le plus et qui ont conduit à la création d'un partenariat public-privé sous l'égide de la Fondation des Nations-Unies, la *Global Alliance for Clean Cookstoves*, en 2010, dont le GERES est membre.

3. LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

Les enjeux environnementaux concernent à la fois le climat et les forêts, ces deux aspects étant très liés. La cuisson, avec des foyers ouverts ou inefficaces utilisant du bois ou du charbon de bois, produit un ensemble de polluants de l'air et du climat : gaz carbonique, méthane, protoxyde d'azote, monoxyde de carbone, suies⁵ et autres particules fines. Actuellement la combustion de la biomasse représente 2% des émissions mondiales de gaz à effet de serre (Bailis & al, 2015), une quantité relativement limitée.

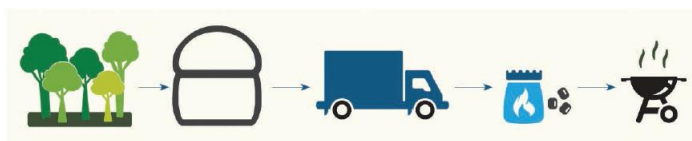
Robert Bailis et ses collègues de l'université de Yale (USA), dans leur étude de référence « *The carbon footprint of traditional woodfuels* » publiée en 2015, estiment qu'environ un tiers du bois utilisé comme combustible est exploité de manière non durable, c'est-à-dire que la collecte annuelle de bois est supérieure à la croissance du boisement concerné, avec de grandes variations géographiques. Ils identifient des « *hotspots* » où le taux d'exploitation est tel que la biomasse non renouvelable représente plus de 50% des prélèvements, il y a alors, très nettement, dégradation de la forêt, déforestation et émissions de carbone (le carbone émis par combustion est supérieur au carbone séquestré dans le bois grâce à la photosynthèse). Ces

⁵ Suies ou *Black Carbon*, carbone pur, parmi les particules PM < 2.5 micro-mètres, 2^e plus gros contributeur au changement climatique

hotspots représentent 4% des zones tropicales et 6% de la population de ces zones, ils se situent en particulier en Afrique de l'est (Érythrée, Éthiopie, Kenya, Uganda, Rwanda, Burundi) ; au sud et à l'ouest de l'Afrique sub-saharienne, ces *hotspots* sont plus ponctuels. 95 millions d'Africains vivent dans ces régions à très forte consommation de biomasse non durable. Pour 55% de la population d'Afrique sub-saharienne, la biomasse consommée de manière non renouvelable représente, pour l'instant, moins de 20% des prélèvements, de l'Afrique du Sud à l'Afrique centrale, mais aussi au Nigéria ou au Mali (Bailis & al, 2015). Il faut toutefois noter que l'Afrique sub-saharienne se caractérise par le fait qu'il y a peu de nouvelles plantations (FAO), contrairement à l'Inde ou à la Chine, ce qui, ajouté à la croissance démographique, peut laisser augurer un accroissement de ces prélèvements non durables de bois-énergie pour les prochaines décennies.

Enfin, si la consommation de bois-énergie est souvent rendue responsable de la déforestation, il ne faut pas oublier que la principale cause de la déforestation, c'est-à-dire de la disparition de la forêt, demeure majoritairement le défrichage pour l'agriculture (Gillet & al, 2016 ; Seibt, 2017), la collecte de bois-énergie n'est alors qu'un sous-produit de ces opérations.

Les prélèvements de bois dans les forêts se font soit directement par les ménages ruraux pour l'autoconsommation, soit par toute une chaîne d'acteurs pour la commercialisation directe du bois ou pour la transformation en charbon de bois pour l'approvisionnement des villes, le charbon de bois étant, apparemment au moins, plus facile à transporter et à stocker. On le voit au Bénin, sur les routes qui conduisent des forêts du centre aux villes du littoral (Agro-Bénin, 2016), en RDC où la production de charbon de bois dans le parc national des Virunga, contrôlée par les groupes armés qu'elle finance, est aussi une maigre source de revenus pour une population très pauvre (PNUE, 2015). En Côte d'Ivoire le charbon de bois représentait « 20% de la consommation nationale de combustible et au moins 47% de la consommation de la population urbaine », mais la progression du taux d'urbanisation et la baisse des subventions pour le gaz butane font que « l'utilisation du charbon de bois a sensiblement augmenté ces dix dernières années ». Et, « étant donné l'inefficacité de la production, du transport et de la consommation actuels du charbon de bois et de l'application limitée des réglementations et des politiques existantes, sa consommation continuera d'exercer une pression sur les forêts du pays » (UNDP, 2015). Le PNUD estime que la demande de charbon de bois devrait doubler en RCI entre 2015 et 2050.



Chaîne de valeur du charbon de bois, UNDP, 2015

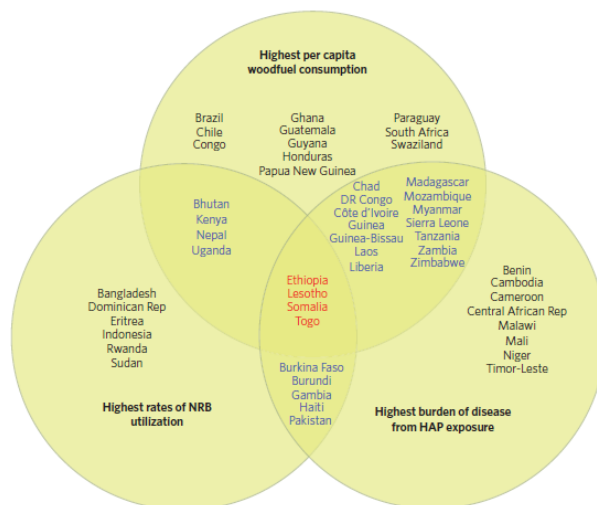
Selon les observations du GERES au Cambodge, et comme l'analyse Bailis & al, les foyers améliorés peuvent réduire la pression sur la forêt quand le bois-énergie provient effectivement directement de l'abattage des arbres pour cet usage et n'est pas un sous-produit d'autres activités. Cette pression peut aussi être réduite par une exploitation forestière améliorée (avec un autre exemple d'innovation low-cost proposée par le GERES, la formation à la taille des oliviers pour produire du bois-énergie au nord du Maroc) ou par une transformation en charbon de bois plus efficace et la valorisation des résidus agricoles (Godjo & al, 2015 ; Kung, 2015).

Comme le montre le PNUD pour la RCI ou comme constaté au Cambodge (GERES, 2015), le

charbon de bois devrait mieux retenir l'attention des décideurs, ne pas être considéré comme une énergie « de pauvre » (quasiment tous les urbains, même aisés, sont consommateurs de charbon de bois) ou « archaïque » (le bois est une énergie qui peut se renouveler à l'infini presque sans consommation de ressources hormis pour son transport), mais plutôt comme une énergie dont la place est significative pour l'économie et l'indépendance énergétique du pays, pour l'emploi et pour les ménages, et vis-à-vis de laquelle il faut innover pour une production plus efficace.

Vis-à-vis du climat, selon Bailis & al, les gaz à effet de serre dus à l'utilisation du bois-énergie se répartissent en trois gros tiers : dioxyde de carbone (issu de l'exploitation non durable de la forêt), autres gaz (méthane, monoxyde de carbone, composés volatils) et suies. Les pays les plus gros émetteurs, en valeur absolue et par habitant, sont le Kenya, l'Éthiopie et l'Ouganda. Mais ces auteurs regrettent que le marché du carbone, issu des politiques climatiques internationales, ne prenne en compte que le dioxyde de carbone, le méthane et le protoxyde d'azote.

Cette étude met également en évidence le fait que les impacts environnementaux et sanitaires ne se recouvrent pas forcément. Comme le montre le schéma suivant, il y a peu de pays où il y a à la fois consommation élevée de bois/habitant, taux élevé de biomasse non renouvelable (donc émissions de CO₂) et forte exposition aux fumées, ce qui complique les politiques à mettre en œuvre. Globalement, pour avoir le plus d'effet vis-à-vis du climat, les actions devraient cibler les régions avec le plus fort taux de biomasse non renouvelable⁶.



Pays selon la plus forte demande en bois-énergie/pers, le plus fort taux de biomasse non-renouvelable ou la plus forte exposition à la pollution atmosphérique intérieure, Bailis & al, 2015.

Au cours des 10 dernières années, les projets de diffusion de foyers améliorés (sur lesquels je vais revenir) ont bénéficié de financement par la vente de crédits-carbone pour leur contribution à la réduction des émissions de GES, ce fût le cas pour les projets du GERES au Cambodge et, en moindre mesure, au Mali. Bien que ces projets, soumis à une certification

⁶ Les auteurs précisent que leur étude présente deux limites : le manque de données fiables d'une part sur les consommations et d'autre part sur les changements opérés par les populations quand le bois se raréfie (étude sur la seule année 2009).

internationale, aient montré une certaine efficacité dans ce domaine (et même si la part du bois-énergie ne représente que 2% des émissions mondiales de GES), les recherches récentes montrent certaines faiblesses méthodologiques relatives aux quantités de bois économisées et aux impacts réels sur la déforestation et la dégradation des forêts (Bailis & al, 2015). Ces méthodologies sont actuellement discutées et améliorées pour tenir compte de la fraction de la biomasse jugée non-renouvelable pour calculer la réduction d'émissions de GES.

D'autres travaux (Garland & al, 2017) et des tests en laboratoire montrent une réduction significative des émissions de suies, polluant particulièrement puissant, grâce à l'utilisation de foyers améliorés.

4. LES FOYERS OU CUISEURS AMELIORES

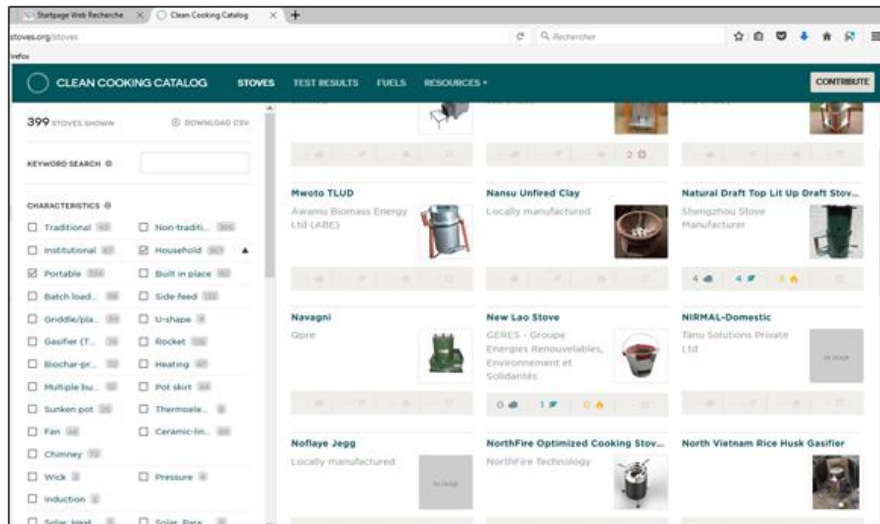
Dans les années 1970, la sécheresse dans le Sahel suscite des inquiétudes vis à vis des risques de pénurie de bois de feu et favorise, avec l'objectif de réduire la consommation de bois, la promotion de cuiseurs économes, des foyers qu'on va alors qualifier d'« améliorés » (Doat, 1982 ; Kshirsagar & Kalamkar, 2013). Cette préoccupation rejoint alors celles liées d'une part aux technologies appropriées et d'autre part à l'énergie, devenue sujet d'actualité avec la montée des préoccupations environnementales et la 1^{ère} crise pétrolière.

Les « projets » vont se succéder mais malgré leur adaptation aux habitudes de cuisson, ils ont souvent eu des difficultés à atteindre leurs cibles en raison 1/ du fait que, excepté pour quelques *hotspots*, le bois-énergie n'est pas la principale cause ou une cause importante de déforestation, 2/ l'approche n'était pas suffisamment orientée vers le renforcement du secteur privé et les fabricants formés avaient du mal à maintenir leur activité et la qualité de leurs produits dans le temps.

Depuis les années 2010 les préoccupations climatiques et sanitaires exposées précédemment sont mieux prises en compte avec l'émergence de nouveaux acteurs : la création de la GACC en 2010, le programme ACCESS de la Banque Mondiale, l'Alliance ouest-africaine pour la cuisson propre de la CEDEAO et des entreprises de type industrielles, notamment « sociales » (Kshirsagar & Kalambar, 2014), et avec la généralisation d'une approche « marché ».

L'objectif de la GACC est d'atteindre 100 millions de ménages supplémentaires utilisant des foyers de cuisson et des combustibles propres et efficaces d'ici 2020 (par rapport à 2010, année de référence). Selon les estimations de Bailis & al, les émissions de GES ainsi évitées pourraient, si elles étaient mises sur le marché des crédits-carbone, représenter de 1 à 1.8 milliards de US\$.

Cette question des foyers améliorés est souvent abordée d'abord par les aspects techniques : forme, dimensions, matériaux pour optimiser l'efficacité énergétique, la réduction des fumées et le prix. Le catalogue présenté sur le site internet de la GACC montre la diversité des innovations proposées, y compris avec d'autres ressources que le bois-énergie.



Site internet de la GACC, Extrait du Catalogue des *cookstoves*

Aujourd'hui on peut distinguer plusieurs types de producteurs de foyers améliorés :

- Des acteurs locaux formés principalement dans les années 1990 avec des technologies dites de 1^{ère} génération, adaptées aux conditions du territoire concerné, d'un prix abordable (au Mali, les prix vont de 1 € le foyer construit en argile en milieu rural à 10 € le foyer métal-céramique vendu à Bamako) au regard des gains de temps et de bois ou charbon réalisés mais qui réduisent peu les émissions de particules (PM2.5). Ces technologies peuvent être mises en œuvre par des artisans ou des petites industries et la recherche d'un impact socio-économique local est un objectif clairement affiché par des promoteurs tels que le GERES, la finance carbone peut être utilisée pour soutenir le développement du marché (investissements, marketing) sans subventionner les prix de vente des foyers. Des innovations techniques sont mises en œuvre dans certains cas pour réduire les coûts et approvisionner un marché plus large : presse hydraulique pour réduire le temps de séchage des inserts céramiques, machines-outils pour découper ou plier les pièces métalliques.
- Des acteurs industriels qui se fondent principalement sur le critère des PM2.5 et qui mettent en avant les impacts sanitaires. Ces entrepreneurs internationaux qui fournissent des technologies plus avancées avec des prix de vente plus élevés pour les ménages (à partir de 30€ l'unité), doivent rentabiliser leurs investissements par des recettes complémentaires, telles que des ventes dans les pays riches (celles-ci subventionnant les ventes dans les pays pauvres, cas de l'entreprise nord-américaine Biolite⁷) ou des ventes de crédits-carbone, avec le risque que le foyer amélioré ne soit qu'un coproduit de la finance carbone dont le prix pour le consommateur dépend du prix de la tonne de carbone. On peut citer African Clean Energy (Lesotho) et Mimi-MOTO (Pays-Bas). Mais l'exemple le plus connu dans cette gamme de promoteurs est certainement l'entreprise sociale nord-américaine Envirofit avec des produits plus simples (pas d'air forcé) et moins chers qu'African Clean Energy. Son usine kenyane a une capacité de production de 300 foyers/jour.
- Entre ces deux types d'opérateurs, il existe toute une galaxie de technologies de foyers et de modèles économiques qui cherchent à répondre au dilemme « accessibilité de l'équipement v/s efficacité » en proposant des produits plus ou moins manufacturés, plus ou moins efficaces et plus ou moins chers. C'est le cas par exemple de Prakti en Inde, qui tente

⁷ Les sites internet des entreprises citées sont listés dans la bibliographie.

de percer en Afrique. En Afrique, Ugastove, plus *low tech*, vise aujourd'hui l'industrialisation et la montée en gamme. Il faut noter que toute cette évolution se fait surtout en Afrique de l'est.

L'expérience acquise par le GERES en vingt ans et sur une diversité de situations, avec des hauts et des bas, montre que l'efficacité énergétique, environnementale et sanitaire n'est acquise que grâce à une adaptation des modèles à chaque situation locale. La diffusion de foyers améliorés doit tout d'abord tenir compte de la cible : quels impacts recherche-t-on (social, sanitaire, conditions de vie, climat ...) ? Quelles sont les personnes concernées (urbains ou ruraux, types de préparations, aménagement de la cuisine, taille de la famille, ...) ? Pour quels usages (productifs ou domestiques ...) ?

A titre d'exemple, on peut citer une expérience relative à la production artisanale de beurre de karité au Mali. Le Mali est le 2^{ème} producteur mondial de karité, avec 150000 tonnes de noix/an et 3 millions de femmes concernées. La transformation pour la production de beurre est grande consommatrice de bois-énergie. Une expérience réalisée en 2015 auprès de 2 coopératives productrices, l'une avec plus de 1500 femmes réparties sur 37 villages travaillant de manière traditionnelle sans presse, et l'autre avec 37 femmes de la même zone disposant d'une presse manuelle, a montré que l'introduction d'un foyer amélioré, fabriqué par une entreprise malienne, conduisait à une plus grande consommation de bois pour l'extraction du beurre dans le cas de la grande coopérative traditionnelle. En effet, dans cette coopérative, d'une part la qualité du produit n'est pas valorisée et le bois est gratuit, d'autre part il y a une rotation des femmes à l'atelier, chacune ne faisant la transformation qu'une semaine par an ; avec une telle fréquence, ces femmes formatrices ne peuvent assimiler de nouvelles habitudes de travail et, comme elles habitent loin du site, elles sont pressées de rentrer chez elles, leur objectif est de finir rapidement l'extraction, avec un chauffage intense, même si la quantité de bois et la qualité du produit final en pâtissent. Cet exemple montre bien comment une innovation doit être pensée dans son contexte socio-économique, au risque sinon d'être contre-productive.

Il faut également tenir compte des capacités de production et de distribution. Autour des foyers améliorés, il existe toute une chaîne de valeur, traditionnelle ou construite depuis plus de trente ans : potiers, ferronniers, transports locaux, boutiquiers, fournisseurs de matériaux, ... Quand on vise un impact socio-économique local, il faut agir avec ces opérateurs selon leurs besoins en assistance : technique, marketing, gestion, planification, investissements et accès à la finance. Une des principales difficultés est de produire, de manière constante et sur la durée, des foyers de qualité, dont les caractéristiques annoncées sont effectivement respectées.

Enfin les actions actuelles de promotion des foyers améliorés n'arrivent pas sur un terrain vierge, elles doivent donc prendre en compte les projets et expériences antérieurs et leurs impacts, pas toujours bien perçus, auprès des politiques, des administrations locales, des artisans et des clients finaux. C'est ce que fait le GERES aujourd'hui, l'objectif de notre ONG est de favoriser la diffusion des innovations en amplifiant les impacts des initiatives existantes avec des acteurs locaux, notamment des artisans formés par des « projets » au cours des 30 dernières années. Ces interventions se font à travers des « *stove+ academy* » ou, comme au Mali, en appuyant plus spécifiquement quelques initiatives privées de diffusion de foyers améliorés.

Les Stove+ Academy du GERES s'inspirent des « *Aprovecho stove camps* » créés aux USA

pour des experts des foyers améliorés et destinés à créer une mobilisation mondiale sur cette industrie, mais difficiles d'accès pour les acteurs d'Afrique sub-saharienne. Ces Stove+ Academy réunissent chaque année pendant une semaine une vingtaine d'entrepreneurs et de porteurs de projets, tous déjà en activité dans le domaine des foyers améliorés : Kenya en 2014, Ghana en 2015, Sierra Leone en 2016, Philippines en 2017. Ces rencontres cherchent à améliorer les compétences techniques, économiques et commerciales de ces opérateurs et à favoriser leur collaboration.

Au Mali, le GERES, avec le soutien de 3 projets d'aide internationale (fonds Climat Mali soutenu par la Suède et la Norvège, agro-écologie avec une fondation d'entreprise et Energie Environnement avec le Luxembourg), appuie des initiatives privées pour agir à la fois sur les combustibles et sur les foyers :

- Accès à la finance carbone de la filière WASSA, modèles de foyers produits par l'entreprise Kognoumani créée en 2003⁸, un GIE de ferronniers et l'association des revendeurs de Bamako : le monitoring en cours permettra de vendre des crédits-carbone pour aider la filière, notamment pour le marketing et la publicité, coûteux pour ces petits opérateurs.
- Soutien à la campagne de promotion de briquettes de combustible reconstitué à partir de poussière de charbon et produit par le GIE Katene Kadji à Bamako.
- Production de foyers améliorés en banco (terre crue) par des femmes rurales sur la commune de Yorosso au sud du Mali. Les potières formées couvrent aujourd'hui 6 cercles et 68 communes. L'objectif est désormais de pérenniser cette activité rémunératrice pour ces femmes.
- Identification et soutien aux organisations d'exploitants de bois et de producteurs de charbon : accompagnement vers la légalité, formalisation et amélioration des pratiques (plantations, technique de charbonnage).
- Collaboration avec les collectivités locales et le service des eaux et forêts sur la gestion des forêts communautaires
- Appui à la plantation d'arbres à usages multiples en agroforesterie (agriculteurs) et à la plantation d'arbres pour le bois énergie (exploitants)
- Collaboration avec les institutions publiques en charge de l'Energie : actions de concertation et campagnes de communication.

A travers ces différentes actions, l'ONG cherche à concilier, sur l'ensemble de la filière, l'efficacité en termes à la fois de réduction des impacts sanitaires et environnementaux et d'augmentation des impacts socio-économiques positifs pour les populations locales (artisans, paysannes, consommateurs modestes).

Toutefois le débat reste ouvert entre approche plus « artisanale et locale » (comme celle du GERES) et approche plus « industrielle ». Est-ce que, pour un meilleur résultat global, il vaut mieux aujourd'hui favoriser plus de foyers améliorés de moindre efficacité (en termes de bois et d'émissions de polluants économisés) ou un moins grand nombre de foyers (parce que plus chers et donc plus difficiles d'accès) mais de meilleure efficacité sanitaire et environnementale ? Il est impossible de répondre à ces questions, d'autant que l'environnement de cuisson compte autant, sinon plus, que l'équipement et le combustible.

Une solution ne se limite pas à un équipement mais à un triptyque « foyer / combustible / pratiques de cuisson », incluant la tradition (« il faut faire chauffer l'eau au feu de bois quand naît un enfant ... même si on habite en ville » m'explique une étudiante béninoise, tel plat est bien meilleur cuit avec tel ou tel cuiseur) ainsi que l'organisation et la gestion de la cuisine.

⁸ par un ancien responsable local d'une ONG internationale

C'est en effet dans les cuisines que tout se joue! Les femmes sont un « point de passage obligé », sans lesquelles les cuiseurs ne sont pas utilisés (Simon, 2014b). Chaque contexte présente plusieurs solutions, tenant compte des dimensions culturelles, sociales, économiques et environnementales, il n'y a pas « *one size fits all* ». Sans oublier que chaque innovation, même modeste, est importante pour les producteurs et les utilisateurs de ces équipements au quotidien.

On compare souvent un peu rapidement le marché des foyers améliorés à celui des petits équipements solaires ou même de la téléphonie mobile, et le marché du « bottom-up » fait dissenter. Mais c'est très différent : on ne part pas d'un besoin inexistant ou insatisfait, on part d'un besoin existant et mal satisfait mais dont les usagers ne mesurent pas nécessairement le caractère ni le degré de l'insatisfaction. Les ménages trouvent qu'ils dépensent beaucoup en combustibles ou que la ressource se raréfie ou que les fumées ont des effets néfastes, mais sans réaliser que cette situation peut s'améliorer, ou alors sans le juger prioritaire. Selon un technicien de terrain du GERES, « les stoves, c'est super, c'est important, mais c'est compliqué et c'est pas demain que ce sera rentable, sauf à mesurer la rentabilité sociale ».

CONCLUSION

Le bois-énergie est la première source d'énergie en Afrique sub-saharienne, c'est pour beaucoup de ménages ou de petites entreprises individuelles, la seule avec l'énergie humaine. Pourtant elle reste le plus souvent assimilée à l'énergie traditionnelle et archaïque (dans un document sur l'énergie en Afrique, l'OCDE cite les produits pétroliers et l'énergie électrique comme « sources d'énergie modernes »⁹), sans véritables politiques nationales car destinée à disparaître. L'alliance mondiale constituée par la GACC, en mettant au premier plan les impacts sanitaires, est devenue le principal promoteur de cuiseurs propres tandis que le recours à la vente de crédits-carbone calculés sur les émissions de GES évitées (avec des méthodologies qui restent à améliorer) est indispensable pour une diffusion à grande échelle qui passe par le marché. Le bois-énergie et les foyers améliorés, objets d'innovations techniques et socio-économiques, entrent ainsi dans la modernité !

Comme le montre Pierre Robert dans sa thèse (2016) à propos de l'accès à l'énergie au Sénégal, le « mécanisme "d'accès à l'énergie" débute par une dégradation des ressources naturelles énergétiques, ce qui entraîne une institutionnalisation de la rareté et débouche sur une extension des rapports marchands en matière énergétique ».

Mais l'accès à l'énergie ne renvoie pas seulement à des choix techniques et économiques, il « engage profondément nos manières d'être ensemble... » (Labussière & Nadaï, 2015). Les objectifs environnementaux, notamment climatiques, à l'échelle globale, ne doivent pas faire oublier que les utilisateurs de bois-énergie en Afrique sub-saharienne et dans les autres pays pauvres sont de très petits consommateurs d'énergie et donc d'émissions de gaz à effet de serre.

BIBLIOGRAPHIE

Agro-Bénin, 2016, <https://www.agrobenin.com/le-commerce-du-charbon-de-bois-que->

⁹ <http://www.oecd.org/fr/dev/emoa/33936714.pdf>

retenir/

Aprovecho research center, aprovecho.org/

Bailis R. & al, 2015, The carbon footprint of traditional woodfuels, *Natural Climate Change*, <https://www.nature.com/nclimate/journal/v5/n3/full/nclimate2491.html>

GACC, catalog.cleancookstoves.org/

Garland C. & al, 2017, Black carbon cookstove emissions: A field assessment of 19 stove/fuel combinations, *Atmospheric Environment* 169

GERES, www.stoveplus.org/fr, site internet spécialisé

GERES, www.geres.eu/fr/ressources/publications

GERES, <http://www.geres.eu/fr/ressources/webdocs/item/320-wassa-|-pleins-feux-sur-un-cuiseur-durable>

GERES, 2014, Outcomes Magazine, retour sur 10 ans de finance carbone, <http://www.geres.eu/fr/ressources/publications/item/348-outcomes-magazine-retour-sur-10-ans-de-finance-carbone>

GERES-GIZ, 2015, Foyers améliorés d'Asie et d'Afrique : études de cas sur le changement d'échelle, <http://www.geres.eu/fr/ressources/publications/item/365-foyers-ameliores-dasie-et-dafrique-etudes-de-cas-sur-le-changement-dechelle>

GIZ, <http://cleancookstoves.org/about/news/07-29-2014-partner-spotlight-giz.html>

Godjo & al, 2015, anacarde Bénin, <http://lodel.irevues.inist.fr/dechets-sciences-techniques/index.php?id=3282>

IHME, 2015, *Global Burden of Disease*, healthdata.org

Kirk R. S., Household Energy Climate and Health Research Group, www.kirksmith.org/

Kung K.S. & al, 2015, *Techno-Economic Feasibility of Green Charcoal Production in Kenya*. In: Hostettler S., Gadgil A., Hazboun E. (eds) *Sustainable Access to Energy in the Global South*. Springer, Cham

Robert P., 2016, résumé de "Une économie politique de la pauvreté énergétique : le cas du Sénégal", thèse de sciences économiques, Université de Lille 1, non publiée, <http://www.theses.fr/2016LIL12017#>

Seibt, 2017, France24, <http://www.france24.com/fr/20170914-cote-ivoire-chocolat-ennemi-foret-deforestation-cacao-environnement-climat>

Simon G. L. & al, 2012, "Win-win scenarios at the climate–development interface: Challenges and opportunities for stove replacement programs through carbon finance", *Global Environmental Change*, Vol.22, pp 275-287

Simon G. L. & al, 2014a, « Current debates and future research needs in the clean cookstove sector », *Energy for Sustainable Development*, vol. 20, pp. 49-57

Simon G. L., 2014b, "If you can't stand the heat, get into the kitchen: obligatory passage points and mutually supported impediments at the climate–development interface", *AREA*, Vol.46, pp 268-277

Smith KR & al, 2011, RESPIRE: A Randomised Controlled Trial of the impact of reducing household air pollution on childhood pneumonia in Guatemala, *the Lancet* 378

UNDP, 2015, NAMA (Nationally Appropriate Mitigation Action), RCI

UNEP-MONUSCO-OSESG, 2015, *Experts' background report on illegal exploitation and trade in natural resources benefitting organized criminal groups and recommendations on MONUSCO's role in fostering stability and peace in eastern DR Congo*, Final report.

WHO-OMS, 2014, Burden of disease from Household Air Pollution for 2012, www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/FINAL_HAP_AAP_BoD_24March2014.pdf

Entreprises de foyers améliorés :

- ACE, www.africancleanenergy.com/
- Biolite Energy, www.bioliteenergy.com/

- Mimi-Moto, mimimoto.nl/
- Ugastove, www.ugastove.net/
- Prakti, www.praktidesign.com/

Acronymes :

AER	Agence des énergies renouvelables (Mali)
AMADER	Agence malienne pour l'énergie domestique et l'électrification rurale
AMARAP	Agence malienne de radioprotection
ANADEB	Agence nationale de développement des biocarburants (Mali)
FAO	Food and Agriculture Organization (N.-U.)
GACC	Global Alliance for Clean Cookstoves
GERES	Groupe Energies Renouvelables, Environnement, Solidarités
GES	Gaz à Effet de Serre
GIE	Groupement d'intérêt économique
GIZ	Agence allemande de coopération internationale
IEA	International Energy Agency
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONG	Organisation Non-Gouvernementale
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
SE4All	Sustainable Energy for All