



# LES FEUILLES DU FLAMBOYANT

La lettre des foresteries tropicales  
de l'Association des Forestiers Tropicaux (AFT)  
et de l'Association Silva (Arbres, Forêts et Sociétés)



Directeurs de publication : Jean-Paul Lanly et Jacques Plan • courriel : [fflamboyant@gmail.com](mailto:fflamboyant@gmail.com)



## Le bois-énergie en Afrique sahélienne



Revue n° 3

Juillet 2018

# Sommaire

## 1. Thématique du numéro : **le bois-énergie en Afrique sahélienne**

- Le bois-énergie en Afrique sahélienne : Présentation générale,  
par J.C. Bergonzini Page 1
  
- Formations ligneuses et élevage en régions sahélienne, soudano-sahélienne et soudanienne,  
par D. Richard Page 8
  
- Evolutions de l'offre d'énergie domestique à Niamey, à Ouagadougou et à Bamako,  
par A. Montagne Page 13
  
- Les filières bois-énergie pour l'approvisionnement des villes au Sahel  
par L. Gazull Page 21
  
- Fonctionnement des filières dans les trois capitales : Niamey, Ouagadougou  
et Bamako, par P. Montagne et J.P. Laude Page 29
  
- Pratiques et technologies de carbonisation en zone sèche d'Afrique Subsaharienne -  
Situation et perspectives pour un charbon domestique plus durable,  
par F. Pinta Page 41

**2. Actualités de l'AFT** Page 54

**3. Séminaire de l'AFT : *Certification forestière et attestation de la légalité  
des bois en Afrique centrale*** Page 55

**4. Des lectures à promouvoir** Page 57

**5. Des lectures en perspectives** Page 58

**6. Venez rejoindre l'AFT** Page 59

Crédits photos de la couverture de ce numéro :

Transport de bois vers Bamako - Mali, Claude Lebahy

## LE BOIS-ÉNERGIE EN AFRIQUE SAHELIENNE : PRÉSENTATION GÉNÉRALE

**Jean-Claude Bergonzini**

Jusque dans les années 60, et sauf pour les zones désertiques ou montagneuses, ou à l'occasion d'études sur le travail des femmes et des enfants, on ne parlait pas, ou peu, de problèmes d'approvisionnement en bois de feu. Le schéma traditionnel du ramassage du bois mort autour des villages et des petites agglomérations restait le plus répandu. Ce sont les grandes sécheresses des années 1972-1973, puis 1982-1984, durant lesquelles la faible pluviométrie ajoute ses effets négatifs à ceux d'une forte croissance démographique et d'une urbanisation non maîtrisée, qui vont justifier une mobilisation importante autour de la question de la ressource en bois de feu.

### **Commentaires du journal « Le Monde » à l'occasion de la « Conférence des Nations Unies sur les sources d'énergie nouvelles et renouvelables » (Nairobi, 1981) :**

Si le pétrole est indispensable... le bois ne l'est pas moins, bien qu'il ne représente qu'un pourcentage beaucoup plus faible de l'approvisionnement... Il correspond en effet à un "besoin essentiel" pour les plus démunis de notre planète, le milliard et demi d'hommes qui habitent le "secteur rural" ou vivent à la périphérie du secteur moderne, dans les bidonvilles urbains. Pour eux, la recherche de bois de feu est une question de survie, car ils en tirent l'énergie nécessaire pour se chauffer et préparer leurs aliments.

Cette récupération prend de plus en plus de temps et se traduit par une accélération de la destruction de la couverture forestière mondiale. En outre, la cadence augmente à mesure que s'instaure un cercle vicieux : faute de protection, la couche superficielle du sol est entraînée par les eaux de ruissellement, le sol s'appauvrit en éléments nutritifs, le rendement agricole diminue et, par suite, le revenu des exploitants, qui sont contraints de se rabattre sur une consommation accrue de bois de feu "gratuit"... La question urgente est de savoir comment faire pour ralentir, puis enrayer et renverser ce processus. Il faudra pour cela, selon la Banque Mondiale, planter 50 millions d'hectares en bois de feu d'ici à l'an 2000, rien que pour satisfaire à la demande prévue en bois de chauffage et de cuisson...

L'extrait de l'article du journal « Le Monde » que nous reproduisons ci-dessus traduisait assez bien, en termes alarmistes, les inquiétudes de nombreux responsables politiques, développeurs ou scientifiques de l'époque.

Mais les craintes qui s'étaient manifestées dans les années 80-90 ne s'étant pas traduites par des dégradations spectaculaires, le système perdurant tout en évoluant sans que l'on puisse juger très clairement de ses déficiences, on a pu penser qu'elles étaient exagérées. Aujourd'hui le ton semble plus optimiste.

### « Mémento du Forestier Tropical » : les inquiétudes du passé à surmonter :

Depuis 2005, avec la prise de conscience accrue du changement climatique, de la crise énergétique et de la crise financière actuelle, les énergéticiens et les économistes commencent à voir dans le bois énergie une solution énergétique non seulement économiquement rentable, mais qui a l'avantage de présenter un bilan carbone neutre ...

Au final, le bois-énergie est d'ores et déjà considéré par de nombreux analystes comme une option énergétique d'avenir

Pourtant rien n'est réglé et la perspective d'une évolution défavorable des climats, l'accroissement de la population et les bouleversements qui vont l'accompagner, les difficultés pour partager un espace, objet de multiples convoitises en plus de la production de bois (agriculture, élevage, urbanisation), nous incitent fortement à nous reposer la question du maintien et de la gestion durable des formations boisées des zones sèches.

### Une problématique insuffisamment informée

Les réponses aux questions que l'on se pose sur la capacité des formations boisées des zones sèches à répondre aux besoins d'approvisionnement des populations en bois-énergie demandent une approche globale et multisectorielle, et ne sauraient se limiter à des appréciations, même étayées par des études locales, souvent partielles, délicates à synthétiser et parfois biaisées. Or l'on ne dispose pas de données fiables couvrant de manière diachronique la ressource ligneuse et les besoins en bois de ces régions. C'est un sérieux problème, car il n'est pas d'État efficace sans bonnes statistiques.

### Évaluation des ressources forestières dans l'espace de la CEDEAO 2015 (CEREEC)

D'après l'Évaluation des ressources forestières mondiales 2005 de la FAO, les formations boisées dans l'espace CEDEAO occupaient 74,3 millions ha, soit 15% de la superficie totale des terres. Elles sont dans l'ensemble dans un état très dégradé à cause de plusieurs facteurs naturels et anthropiques. Le déboisement annuel, durant la période 2000-2005, était estimé par la même source à environ 900 000 ha de forêt, soit un taux actuel de déperdition de 1,2%.

Cependant, les méthodes d'évaluation de ces ressources varient d'un pays à un autre, et, parfois même, à l'intérieur d'un même pays. Les données disponibles sur les ressources ligneuses sont souvent peu fiables surtout en ce qui concerne l'estimation des superficies boisées, mais également la dynamique des peuplements, éléments essentiels dans la planification de la gestion forestière.

CEDEAO : Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest<sup>1</sup>

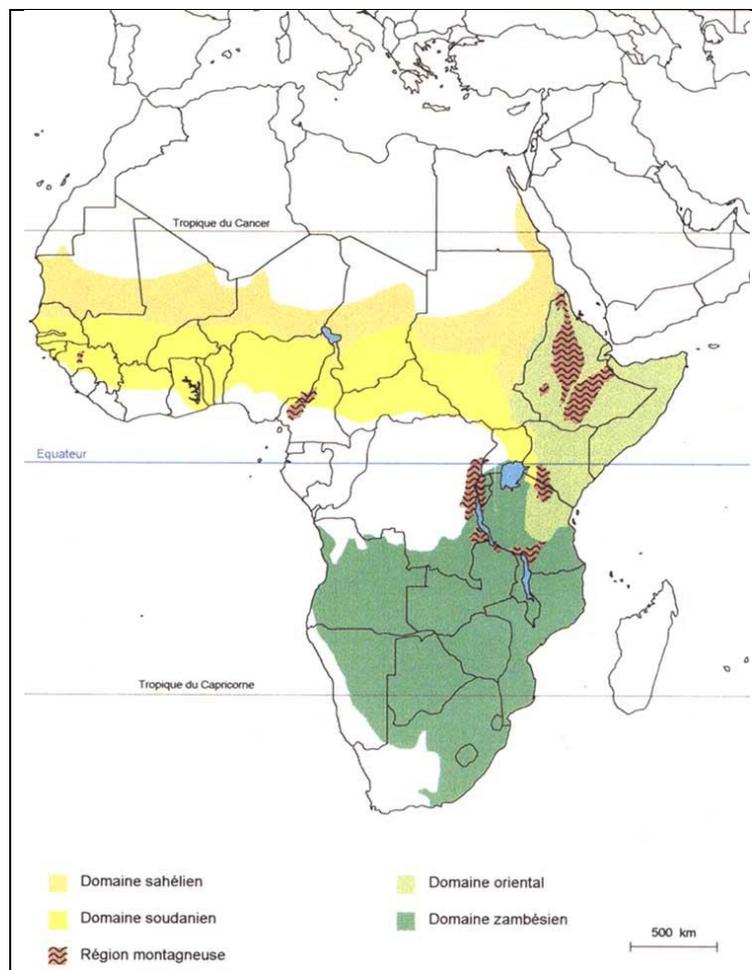
CEREEC : Centre pour les Energies Renouvelables et l'Efficacité Energétique de la CEDEAO

Les formations boisées des zones sèches, faute d'investissements de la part des plus grands opérateurs internationaux (au moins dans le secteur forestier<sup>1</sup>), faute aussi d'une sensibilisation de l'opinion au-delà de l'avenir de leur faune hors les périodes de crise humanitaire, restent pour beaucoup des espaces négligés. Nous allons juste par souci de clarté évoquer les points qui nous paraissent les plus évidents en nous concentrant dans le domaine des ligneux.

<sup>1</sup> Il est vrai qu'il y eut, dans le secteur forestier, des investissements importants sur ces zones dans les années 60-70, mais les nombreux échecs enregistrés ont ensuite freiné la réalisation de projets de grande ampleur.

## La ressource

Si on se limite à l'Afrique de l'Ouest sèche<sup>2</sup>, on rencontre, sous le terme général de formations boisées, des faciès forestiers très différents (steppes arbustives et arborées au nord, savanes arbustives, arborées, boisées et forêts claires plus au sud). Ces formations végétales offrent des ressources et présentent des dynamiques suffisamment distinctes pour qu'on ne soit pas en mesure de les amalgamer. Les statistiques de base les concernant (superficie, statut, évaluation de leur productivité, de leur capacité à se régénérer, pression des différents usages...) sont des plus maigres, parfois contradictoires. Conclusion : des espaces mal quantifiés.



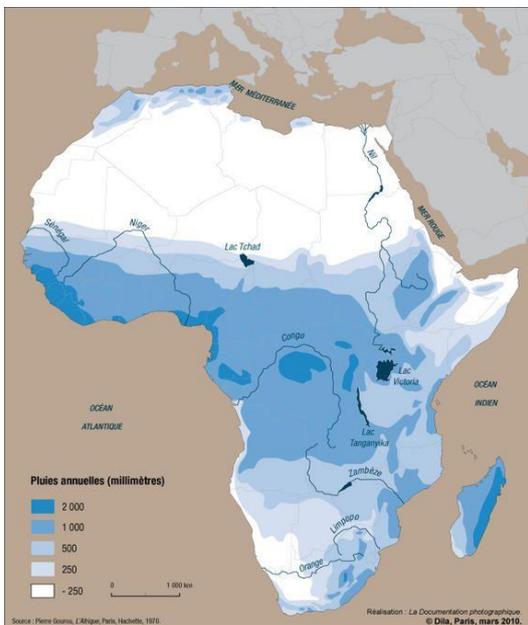
**Carte 1** : Localisation du Sahel et du Soudan en Afrique

Quant à la ressource énergétique proprement dite, sa mobilisation est plus diversifiée qu'il n'y paraît a priori. En effet le bois-énergie peut provenir des formations naturelles, soit par une exploitation dédiée, soit à la suite de défrichement à des fins agricoles ; il peut être produit à partir des jachères, des haies, d'arbres isolés des « savanes-parcs », et des plantations (on avance le chiffre de 5% pour cette source) ; ou encore provenir des déchets. Conclusion : une ressource mal connue.

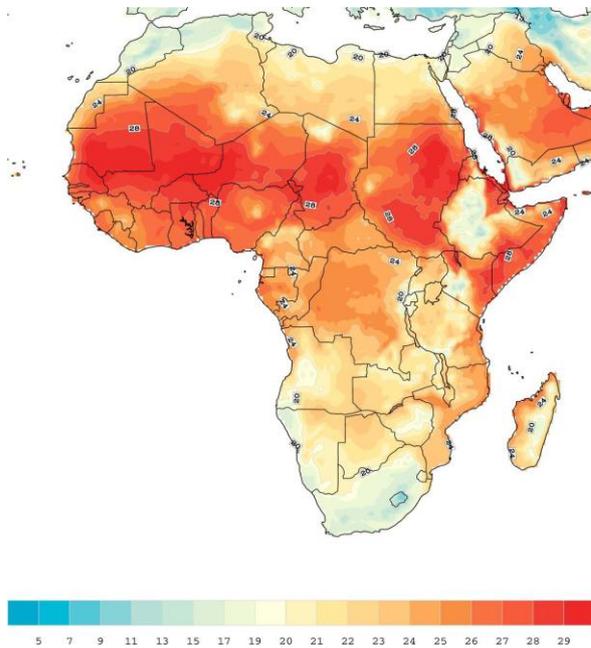
<sup>2</sup> On parle parfois pour ces régions, et par abus de langage, du « Sahel », mais elles regroupent l'ensemble des zones phytogéographiques dites « sahélienne », « soudano-sahélienne » et « soudanienne », allant des bioclimats semi-arides à subhumides. On peut considérer que cette région comprend la plus grande partie du Sénégal, la frange sud de la Mauritanie et du Niger, la moitié sud du Mali et du Tchad, la quasi-totalité du Burkina Faso, le tiers nord du Togo, du Bénin et du Nigéria (on peut ajouter, en Afrique de l'Est, la plus grande partie de la partie méridionale du Soudan et de la Somalie, et de l'Ethiopie orientale).

**Quelques chiffres :**

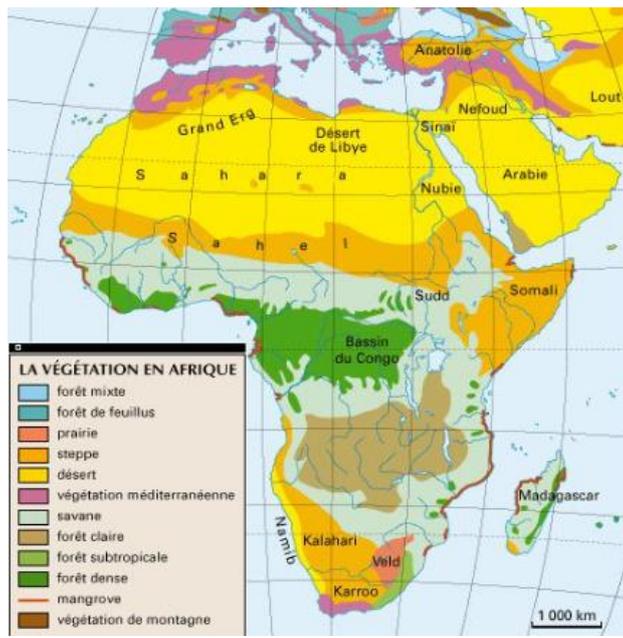
En Afrique sèche la productivité des formations boisées (qui, encore une fois, regroupent des peuplements très divers) varie fortement ; et elle sera à réévaluer en fonction des changements climatiques. Elle est ainsi de 0,5 m<sup>3</sup>/ha/an en moyenne pour 600 mm de pluie (ce qui ne correspond pas à la plus basse pluviométrie des zones considérées, laquelle est de l'ordre de 200 mm), et de 1,5 m<sup>3</sup>/ha/an pour 1200 mm (zones les plus arrosées), mais avec de fortes disparités<sup>3</sup>.



**Carte 2 :** Niveau annuel des précipitations sur le continent africain



**Carte 3 :** Température moyenne annuelle sur le continent africain

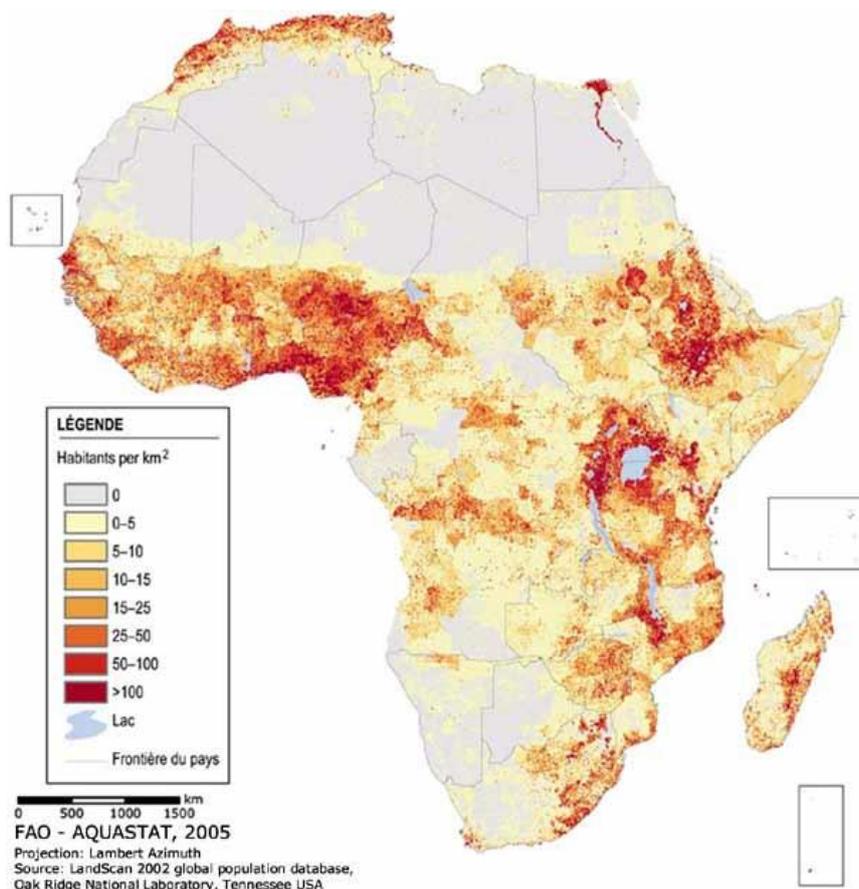


**Carte 4 :** Carte de répartition des formations végétales en Afrique

<sup>3</sup> Ces chiffres sont du même ordre de grandeur que la consommation annuelle par habitant (0,5 m<sup>3</sup>/an). Par habitant, la superficie forestière est de 0,3 hectare. Même si comparaison n'est pas raison, on voit qu'il n'y a sans doute pas de grosse marge d'adaptation.

## La demande

L'accroissement démographique constitue le facteur le plus important de notre sujet. Tout le monde s'accorde sur la nécessité de le freiner à un tel point que les parlementaires de la CEDEAO, et de la Mauritanie et du Tchad ont décidé récemment de parrainer une politique de natalité réduite à 3 enfants par femme afin de faire baisser de moitié, d'ici 2030, le taux de fécondité dans ces Etats. Les projections des différents instituts de démographie vont dans le même sens : en 2050 la population des pays de la CEDEAO pourrait atteindre le milliard<sup>4</sup>. Une telle croissance va demander un profond renouvellement des politiques énergétiques et, pour le moins, des adaptations, comme elle demandera une véritable révolution agricole.



**Carte 5 :** Carte de densité des populations en Afrique

Aujourd'hui, la biomasse constitue pour les pays de la CEDEAO la principale source d'approvisionnement énergétique domestique – pour 70 à 90% de la population selon les pays -, mais il serait malavisé de penser que les choses peuvent demeurer en l'état.

Enfin, même si d'autres sources d'énergie vont se développer, il faut admettre que l'urbanisation pourrait conduire, dans un premier temps, à un accroissement de la demande en bois de feu.<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Actuellement la population des pays de la CEDEAO est estimée à 360 millions de personnes, elle devrait atteindre 520 millions en 2030.

<sup>5</sup> Plusieurs raisons conduisent à penser que l'installation de ruraux en ville peut conduire à un accroissement de la demande en bois de feu : familles réduites, pauvreté, temps d'adaptation, multiplication de petites entreprises...

### Quelques chiffres :

La consommation journalière moyenne des pays de la CEDEAO serait d'environ 1,45 kg/personne, avec de fortes disparités selon les régions et les pays (0,7 à 2,5kg/personne) et entre les zones rurales et urbaines : en ville, en raison de la taille réduite des familles, la consommation par habitant peut y être de 4 à 5 fois plus importante qu'en milieu rural, et, pour des raisons pratiques, se concentre, de plus en plus, sur l'usage du charbon de bois, peu favorable à la protection de l'environnement<sup>6</sup>.



Transport du bois à Tukuyu - Tanzanie @ Laurent Bergonzini

### **Les filières d'approvisionnement**

L'accroissement démographique (en augmentant la demande) et l'urbanisation (en éloignant la demande de la ressource) ont été des facteurs importants de réorganisation des filières d'approvisionnement. Aujourd'hui on est en présence d'une organisation de type libéral. L'exploitation (légale ou illégale) de la ressource, premier maillon de la chaîne, peut être réalisé par une coopérative locale, des paysans, des bûcherons ... mais les espaces exploités sont rarement supervisés par les services de l'État (on parle de seulement 20 à 30% de la production provenant de zones aménagées par les Services forestiers).

À l'autre bout de la chaîne, la commercialisation est le fait des collecteurs et des détaillants, lesquels sont identifiables, mais, eux aussi, difficilement contrôlables. Entre les deux, les transporteurs, et des intermédiaires d'autant plus nombreux que la ressource est dispersée et la distribution répartie. La plus ou moins grande complexité de cette filière pèse lourdement sur les prix, qui peuvent évoluer du simple au double, voire plus. Elle pèse lourdement dans l'économie des pays aussi en matière d'emploi. Enfin, pour en revenir au rôle de l'État, s'il existe dans de nombreux pays une législation de ce secteur elle n'est pas, comme nous l'avons évoqué plus haut, assez opérationnelle.

**Conclusion :** de grandes difficultés pour assainir et rendre efficaces ces filières.

---

<sup>6</sup> Le manque de professionnalisme des charbonniers est la première raison de cette dégradation: faible rendement de la carbonisation, coupe à blanc et sans respect des quotas, incendies...

### Quelques chiffres :

Deux indicateurs sont déterminants pour évaluer le rôle de ces filières. D'une part les prix, et à travers ceux-ci, le poids de filières incontrôlées qui permet de maintenir une offre « abordable », et, d'autre part, l'importance des emplois mobilisés qui pèse sur les choix politiques des États.

Si on se rapporte à une unité de consommation, le prix du bois-énergie peut, selon les régions et la période de l'année, mais aussi pour des raisons spéculatives, varier de manière conséquente, il est généralement trois à cinq fois moins élevé que le charbon de bois et plus de 10 fois inférieur au prix du gaz

Quant à l'importance de l'emploi dans les filières bois-énergie, elle reste difficile à quantifier. Les quelques études dont on dispose<sup>7</sup> permettent de l'estimer entre 1% à 2% de la population des zones approvisionnées ; soit, sur l'ensemble des pays de la CEDEAO, de l'ordre de 3 à 4 millions d'emplois, ces filières étant en expansion.

\*\*\*

Pour mémoire, mais comme exigence première, rappelons que l'avenir des formations boisées dans ces zones ne peut s'apprécier qu'en tenant compte des autres domaines qui lui disputent âprement l'espace qu'elles occupent : l'agriculture<sup>8</sup>, l'élevage (*voir l'article de Didier Richard*), l'urbanisation, le tourisme, sans compter les aléas politiques ...

Si l'on s'en tient à une approche plus traditionnellement forestière, disons que l'étude de notre sujet passe par l'examen de trois questions : la gestion de la ressource (*voir les articles de Laurent Gazull et de Pierre Montagne*), l'optimisation de son usage (*voir l'article de François Pinta*) et le recours à des énergies de substitution (*voir l'article de Pierre Montagne et Jean-Paul Laude*).

---

<sup>7</sup> Conakry : 30 000 emplois pour 3,5 millions d'habitants (CEDEAO) ; Ghana : 260 000 emplois pour 29 millions d'habitants (Towson, 1995) ; Mali : 450 000 emplois pour 20 millions d'habitants (Konati, 2001).

<sup>8</sup> Depuis une trentaine d'années, l'agriculture de ces régions a dû faire face aux besoins croissants d'une population en forte augmentation et en restructuration géographique, mais l'accroissement de la production (au demeurant insuffisante) ne s'est fait qu'au détriment de l'environnement et grâce à la conquête de nouvelles terres arables. Il s'en suit une déforestation importante avec toutes les conséquences néfastes qui l'accompagnent. On remarquera que ce sujet ne fait l'objet que de très peu d'études, d'où les plus grandes difficultés pour obtenir une quantification du phénomène.

# FORMATIONS LIGNEUSES ET ÉLEVAGE EN RÉGIONS SAHELIENNE, SOUDANO-SAHELIENNE ET SOUDANIENNE

**Didier Richard**

Vétérinaire-zootechnicien

## Une amélioration des conditions d'élevage

En Afrique intertropicale, les élevages d'herbivores se sont considérablement développés au cours des 5 dernières décennies, les effectifs de bovins étant multipliés par 2,6, ceux d'ovins et caprins par plus de 3. Il faut y voir pour beaucoup la conséquence des actions médicales et sanitaires contre les grandes maladies infectieuses (usages de vaccins, éradication de la peste bovine) et parasitaires (diffusion de médicaments), et celle de l'accès facilité aux biomasses herbacées et ligneuses naturelles et aux résidus des cultures des espaces soudaniens.

En majorité élevés en zone sahélienne dans les années 1970, c'est à partir de cette période que les troupeaux de ruminants ont eu une croissance importante dans les zones plus humides. En effet, les défrichements et déboisements faits par les agriculteurs ont entraîné des modifications de ces espaces avec une conséquence majeure sur les insectes transmetteurs de maladies parasitaires (les trypanosomoses essentiellement) dont la présence ne permettait jusqu'alors que des élevages dits « sous la seringue » (injection régulière de trypanocides) et le maintien de troupeaux constitués d'animaux trypanotolérants (races taurines tolérantes aux parasites, de petit format et peu productives).



Kenya. Zébus. © Bernard Riera

En particulier, les dégradations des forêts galeries dues à l'extension des zones cultivées, à l'intensification des usages forestiers et conduisant à la diminution drastique de la faune sauvage ont réduit les zones de gîtes des glossines, et en conséquence limité ou quasi éliminé les populations de mouches tsé-tsé les plus dangereuses pour les animaux (La Rocque et al., 1999).

## Une intensification de l'occupation des espaces forestiers

Ces évolutions ont permis aux pasteurs de faire séjourner leurs animaux plus longuement dans ces espaces, et, pour une part d'entre eux, de se sédentariser en pratiquant alors des transhumances sur des distances inférieures à 50 km, comme elle a permis aux agro-éleveurs de constituer des élevages de taille variable (Vall et al., 2006). Pendant la même période, une proportion élevée d'agriculteurs ont acquis des bovins de trait, souvent noyaux initiaux de petits ou moyens troupeaux constituant, au-delà de la force de travail, une sécurité alimentaire, une source de revenus et un capital concourant à la viabilité des exploitations. Enfin, dans le cadre cette évolution, l'accroissement des petits ruminants aura contribué également aux apports alimentaires et à la sécurisation des unités de production, notamment dans les petites exploitations souvent proches du seuil de pauvreté<sup>9</sup>.

Ce développement des ruminants est principalement quantitatif, la quasi-totalité des troupeaux étant toujours conduits selon un mode extensif traditionnel utilisateur des végétations naturelles et des résidus des cultures. En revanche, la productivité des troupeaux de ruminants n'a guère évolué. **C'est donc par l'extension des surfaces des parcours agro-sylvo-pastoraux des zones où sont localisées les formations arborées, ainsi que par l'augmentation des résidus et sous-produits agricoles que les éleveurs et agro-éleveurs ont eu la possibilité d'accroître les troupeaux**<sup>10</sup>.

Le développement des ruminants allant de pair avec l'occupation des sols (et les défrichements) pour l'agriculture est toujours d'actualité.

\*\*\*

En zone sahélienne, les densités de ligneux sont très variables selon les sols et les prélèvements de bois faits pour les usages domestiques. Dans les espaces parcourus, les ruminants auront donc des comportements alimentaires différents selon l'importance des peuplements souvent dominés par les espèces ligneuses de la famille des Combrétacées.

Dans les zones sahélo-soudanienne et soudanienne, en saison des pluies, les troupeaux bovins sont conduits de préférence dans les espaces de végétation « naturelle », car il faut les écarter des cultures jusqu'aux récoltes. Ces espaces peuvent être couverts de savanes herbeuses, mais la plus grande part des parcours sont couverts de formations ligneuses où les animaux prélèvent herbacées et ligneux.

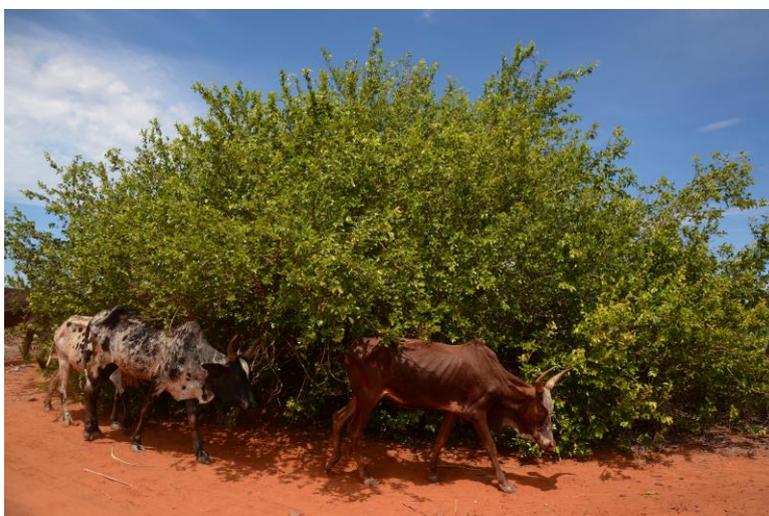
---

<sup>9</sup> Les statistiques récentes de la FAO (2012) pointent la pauvreté des éleveurs d'Afrique subsaharienne. Ce constat est d'autant plus saisissant que les besoins en protéines animales sont importants pour l'approvisionnement des grandes villes. Cette situation n'a pas échappé aux décideurs qui ont mis en œuvre plusieurs programmes de lutte contre la pauvreté cherchant à faire de l'élevage l'un des leviers de leurs projets, projets dont la réussite reste douteuse.

<sup>10</sup> L'évolution de l'élevage se fait donc suivant les mêmes logiques que celle de l'agriculture qu'elle accompagne : il s'agit d'une dynamique extensive bâtie sur l'occupation du foncier, donc au détriment des formations ligneuses. À terme, ces pratiques ont pour conséquences, en plus de réduire la ressource en bois énergie, de fragiliser l'environnement. Les alertes sont suffisamment nombreuses (sécheresse de 2012) pour envisager des pratiques plus adaptées.

Les ligneux sont des ressources fourragères importantes par leur quantité et leur valeur nutritive. Diverses observations permettent d'estimer la part des ligneux dans les végétaux consommés mettant en œuvre la méthode dite de « la collecte du berger » (Guérin et al., 1991) qui permet de dénombrer les espèces prélevées par les animaux sans cependant en évaluer les quantités ingérées. Ajoutons que les principales espèces arbustives et arborées sont appréciées différemment selon les espèces animales (tableau 1).

Si les caprins ont une consommation élevée de feuilles et fruits tout au long de l'année, les bovins en consomment la plus forte proportion au cours de la saison sèche chaude. Les ovins sont des consommateurs intermédiaires des ressources ligneuses.



**Tableau 1** : Part des ligneux dans les régimes des ruminants (Guérin et Friot, 1991, Guérin et al., 1991, Ickowicz et Mbaye, 2001).

(en proportion (%) des végétaux prélevés au cours des diverses saisons de l'année)

	Ruminants	Combrétacées*	Épineux**	Autres***	Part des ligneux dans les régimes
Zone sahélienne	Bovins	1 à 10	0 à 1	3 à 15	2 à 25
	Ovins	3 à 10	4 à 10	10 à 15	4 à 40
	Caprins	4 à 10	20 à 45	10 à 30	25 à 80
Zone sahélo-soudanienne	Bovins				5 à 45
	Ovins				15 à 40
	Caprins				15 à 65
Zone soudanienne	Bovins	1 à 3	2 à 3	18 à 20	4 à 25

\*Combrétacées : *Guiera senegalensis*, *Combretum sp.*

\*\*Épineux : *Acacia sp.*, *Dichrostachys glomerata*, *Balanites aegyptiaca*

\*\*\*Autres : *Boscia senegalensis*, *Calotropis procera*, *Grewia bicolor*, *Sclerocarpa birrea* ;  
en zone soudanienne : *Holarrhena floribunda*, *Oxytenanthera abyssinica*

**Tableau 2** : Composition du pâturage aérien à Vindou-Tiengoli (Sénégal) et prélèvements alimentaires des ruminants domestiques (Guérin et al., 1991)

Types de végétation	% du peuplement	% de la fraction ligneuse dans les régimes		
		Bovins	Ovins	Caprins
Combrétacées	7	29	12	9
Epineux	26	2	31	47
Autres	67	69	57	44

**Les espèces sélectionnées par les animaux ne correspondant pas à leur importance numérique dans les peuplements** (tableau 2). Les feuilles et fruits prélevés par les bovins ovins et caprins le sont par leur appétibilité et leur accès limité à 1,5-2 m de haut.

Pour les arbres, le berger peut intervenir pour rendre accessibles feuilles et fruits. L'émondage est pratiqué en saison sèche et porte sur des ligneux bien appréciés par les ruminants, comme *Pterocarpus erinaceus*, *Pterocarpus lucens*, *Khaya senegalensis*, *Azalia africana*, ... Pour les petits ruminants, le berger peut émonder ou couper des arbustes ou des petits arbres pour leur faciliter l'accès aux feuilles (*Combretum sp.*, *Acacia sp.*, ...). Si après le prélèvement par les animaux, le bois des branches est disponible, les conséquences de l'émondage sur l'arbre sont variables, fonction des pratiques des bergers (Petit, Mallet, 2001).

L'état des formations en cause est le résultat de plusieurs décennies de pratiques, qui au travers du pastoralisme, de l'agriculture itinérante et des usages forestiers ont façonné des écosystèmes apparemment « naturels » mais en réalité fortement « artificialisés ». Les récentes évolutions ont complètement changé le devenir de ces espaces en les soumettant à des usages de plus en plus intensifs. Les pratiques qui pouvaient s'équilibrer ou, pour le moins, se tolérer, comme l'émondage, l'ébranchage, le piétinement... sont aujourd'hui des facteurs de déséquilibre qui accélèrent la dégradation des espaces arborés. Les feux, qui étaient un élément constructif parmi les plus importants de ces écosystèmes sont de plus en plus mal gérés et si la pratique des feux précoces reste, sauf en zone sahéenne, globalement acceptée par contre celle des feux tardifs est catastrophique pour les ligneux, d'autant que leur mauvaise gestion conduit régulièrement à des accidents.

La pression démographique et l'occupation du sol pour les cultures « poussent » les troupeaux dans les formations arborées où la densité d'animaux peut être atteindre 1 à 2 bovins/ha durant 2-3 mois au cours de la saison des cultures. Cela entraîne des modifications de la flore, principalement sur les ligneux composant les strates moyennes des formations ligneuses, et une forte diminution d'herbacées pérennes (*Andropogon gayanus* étant l'exemple type). Il est difficile de dissocier les impacts du bétail et des feux sur les dynamiques des formations ligneuses. Une des conséquences majeures de la présence des bovins dans ces formations est la diminution de la quantité de matière sèche herbacée combustible, réduisant l'intensité et éventuellement l'extension des feux. Diverses modalités techniques sont disponibles pour une gestion sylvo-pastorale de ces espaces, telles la mise en défens, des coupes sélectives, ... mais pour l'instant elles sont peu ou pas intégrées aux pratiques de gestion des parcours dans ces zones d'usages collectifs.

## Conclusion

Les ressources fourragères des formations ligneuses gardent et garderont à moyen terme un intérêt majeur par les quantités disponibles et leur valeur nutritive pour des troupeaux conduits en mode extensif, produisant des quantités de viande et de lait limitées, mais contribuant à l'alimentation humaine et apportant des revenus aux familles d'éleveurs. Le développement prévu des effectifs animaux dans les prochaines décennies et l'environnement socio-économique des éleveurs et des agro-éleveurs, ne limiteront certainement pas la pression de pâturage dans ces zones, même si le nombre d'élevages intensifs augmentera.

## Références bibliographiques :

Guérin H., Friot D., 1991. Alimentation des ruminants domestiques sur parcours agro-pastoraux sahélo-soudaniens : cas de la communauté rurale de Thyssé-Kaymor Sonkorong au Sud du bassin arachidier (Sénégal). Cirad-Iemvt, Maisons-Alfort, Isra-Lnerv, Dakar, rapport, 41 p. annexes.

Guérin H., Friot D., Mbaye Nd., Richard D., 1991. Alimentation des ruminants domestiques sur pâturages naturels sahéliens et sahélo-soudaniens. Cirad, Maisons-Alfort, Isra, Dakar, coll. « Etudes et synthèses de l'Iemvt », N° 39, 115 p.

Herrero M., Thonrton P.K., Kruska R., Reid R.S., 2008. Systems dynamics and the spatial distribution of methane emissions from African domestic ruminants to 2030. Agric. Syst. Envir., 126, 122-137.

La Rocque (de) S, Bengaly Z., Michel J.F., Solano P., Sidibé I., Cuisance D., 1999. Importance des interfaces spatiales et temporelles entre les bovins et les glossines dans la transmission de la trypanosomose animale en Afrique de l'Ouest. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop., 52, (3-4), 215-222.

Ickowicz A, Mbaye M., 2001. Forêts soudaniennes et alimentation des bovins au Sénégal : potentiels et limites. Bois et Forêts des tropiques, 270, (4), 47-61.

Vall E., Dugué P., Blanchard M., 2006. Le tissage des relations agriculture-élevage au fil du coton. Cahiers Agric., 15, (1), 72-79.

# ÉVOLUTION DE L'OFFRE D'ÉNERGIE DOMESTIQUE

## A NIAMEY, A OUAGADOUGOU ET A BAMAKO

Pierre Montagne<sup>11</sup>

### 1. Introduction

Les populations des villes de Niamey, Bamako et Ouagadougou sont en continuelle augmentation, au taux moyen annuel de l'ordre de 4% soit un doublement tous les 20 ans. Les besoins alimentaires en céréales ou autres aliments évoluent de la même façon, tout comme les besoins en énergie domestique.

Cet accroissement des besoins en énergie domestique, couvert par une exploitation continue des formations ligneuses périurbaines, concerne toutes les populations urbaines et rurales du Burkina Faso, du Mali et du Niger. Les espaces naturels ruraux sont en outre touchés par les défrichements agricoles qui aggravent encore leur dégradation.

Si le bois de feu constitue l'essentiel de l'énergie que consomment les ménages, depuis une quinzaine d'années des évolutions notables sont remarquées, comme le passage progressif du bois de feu au charbon de bois, ou l'introduction du gaz de pétrole liquéfié (GPL). Ces évolutions ne sont pas sans impacts sur les grandes tendances d'exploitation des formations ligneuses. La transformation du bois de feu en charbon de bois par des charbonniers peu ou pas familiers des techniques améliorées de carbonisation nécessite entre 7 et 10 kg de bois pour un kg de charbon<sup>12</sup>. De même, on peut déterminer la quantité de bois de feu économisée par l'utilisation d'un kg de GPL<sup>13</sup>. Quant au développement des foyers améliorés, engagé depuis une quarantaine d'années il a connu beaucoup de déboires, mais semble avoir enfin un impact certain, notamment à Bamako et à Ouagadougou.

Ces facteurs, avec l'évolution des prix des combustibles ligneux, l'origine de plus en plus lointaine de ces derniers (au-delà du cercle de 150 km des capitales) et l'importance croissante des communes à même de jouer un rôle dans la gestion des forêts de leurs territoires traduisent les évolutions récentes qui marquent le secteur bois-énergie dans les trois pays.

---

<sup>11</sup> Pierre Montagne, agroéconomiste, est chercheur au CIRAD ; depuis septembre 2014, il est chef du projet Forêts Naturelles Bois-Energie au Sahel Niger-Mali-Burkina Faso financé par le Fonds Français pour l'Environnement Mondial..

<sup>12</sup> Un rendement de carbonisation de 15% signifie une production d'un kg de charbon de bois par la carbonisation de 7 kg de bois de feu.

<sup>13</sup> L'économie potentielle de bois de feu pour la combustion d'1 kg de GPL est de 4,1 kg de charbon de bois utilisé à une efficacité de 25% (l'efficacité du GPL est de 60%) ou de 21 kg de bois-énergie (en considérant un rendement de carbonisation de 15%). Conclusion : 1kg de GPL économise 8 kg de bois utilisé avec un rendement de foyer de 20%.

## 2. Historique

Historiquement, c'est au début des années 1980 qu'on prit conscience que les plantations réalisées pendant les années 1970<sup>14</sup> ne pourraient jamais assurer l'approvisionnement des villes en combustibles ligneux. D'autant que, malgré de gros investissements financiers et matériels, les conditions climatiques et pédologiques furent défavorables à la réussite de ces plantations<sup>15</sup>.

C'est pourquoi, à la fin des années 1980, la possibilité d'une exploitation durable dans la bande sahélienne des formations ligneuses arbustives à Combrétacées ou arborées apparut comme plus réaliste. L'aménagement de la forêt classée de Guessselbodi à 20 km à l'est de Niamey fut, en 1987, la première expérience de ce type.



*Combretum* et *Sterculia* (Niakolo-Koba) © Michel Arbonnier

En 1983, dans le cadre d'un projet forestier au Niger une étude filière montra l'importance des flux de bois de feu de ces espaces périurbains vers la ville de Niamey. Ce flux annuel fut évalué à 110 000 tonnes. En 1990, une deuxième série d'enquêtes permit de l'évaluer à 133 000 tonnes, soit en augmentation de 3,2% par an. Tandis qu'en 1983, l'étude Transenerg montrait le début de la transition du bois de feu vers le charbon de bois pour la ville de Bamako.

L'apparition d'un secteur économique mercantile associant des transporteurs-commerçants-exploitants, guidés par des intérêts économiques à court terme (Foley et al. 1997) et des tâcherons bûcherons qui répondaient à une demande urbaine engagea les États et leurs services forestiers vers le développement d'actions d'aménagement forestier avec des prélèvements limités aux seuls accroissements annuels, à même de répondre à la demande urbaine et aussi de pérenniser ces massifs exploités<sup>16</sup>.

---

<sup>14</sup> On peut penser plus particulièrement aux initiatives de la Banque Mondiale de mettre en œuvre des projets à même de répondre à la demande en bois-énergie (projet aménagement et reboisement des forêts du centre-est au Sénégal 1982-1989, projet de reboisement Wayen au Burkina Faso 1976-1985, projet forestier au Niger 1978-1989)

<sup>15</sup> NdE : Il faut ajouter que certaines erreurs sylvicoles, les sécheresses des années 70 et les difficultés pour assurer le suivi et l'entretien des plantations furent aussi des causes d'échec non négligeables.

<sup>16</sup> NdE : en foresterie on parle de « possibilité », c'est à dire du volume maximum des récoltes annuelles que l'on peut prélever « à perpétuité » sans diminuer la capacité productive du milieu forestier.

Ce secteur, souvent considéré comme corrompu et inefficace, répondait, dans sa logique assez parfaitement à la théorie de la tragédie des biens communs d'Hardin, (Hardin, 1968) sur la dégradation des ressources liée à l'accès libre aux massifs forestiers. Les populations rurales, ne voyant pas l'impact négatif que cette hausse de la demande et du trafic induisait sur la pérennité des espaces forestiers, soulignaient : « *La brousse a toujours été là et elle le sera toujours* ».

Au début des années 1990, avec le projet Énergie II, la Banque Mondiale décidait d'aborder au Niger la question énergétique à la fois par l'offre au travers des aménagements forestiers, et par la demande en soutenant les économies d'énergie par le développement des foyers améliorés et, de manière complémentaire, en encourageant la substitution du bois de feu par le pétrole.

L'idée centrale était que l'on ne pouvait rester tributaire d'un fonctionnement qui ne faisait qu'enrichir des intérêts particuliers pour qui l'arbre n'avait de valeur que le « prêt à payer » du consommateur et, donc, bien loin des impératifs d'aménagement forestier seuls garants de la pérennité de la ressource selon le principe « *on ne coupe et ne commercialise que ce qui correspond à l'accroissement annuel* ». Ces choix relevaient des principes de la gestion des communs développés par Orstrom (Orstrom, 1990) qui préconisaient un régime de gouvernance pour définir : **qui peut s'approprier les produits forestiers, les quantités de produits forestiers qui peuvent être prélevées, les lieux de prélèvement, les acteurs contribuant au maintien de la forêt ainsi que les modes de résolution des conflits surgissant autour de l'appropriation**. Toutes exigences qui apparaissent comme les plus appropriées pour mettre en place des conditions de gestion durable dans un contexte d'augmentation des demandes énergétiques rurales et urbaines.

C'est ainsi qu'au Niger, au Mali et au Burkina Faso, la volonté des États et de leurs services techniques forestiers a été de revoir les cadres légaux et réglementaires pour développer des expériences, aux échelles locales et nationales, en impliquant les populations riveraines dans la gestion de ces ressources pour un approvisionnement durable et compétitif des centres urbains<sup>17</sup>. Mais dans tous ces textes (et les conditions de leur application), la question de la décentralisation n'avait pas été abordée dans la mesure où les communes ne seront créées qu'entre 1993 et 1995, et que les textes des années 2000 resteront relativement en retrait par rapport à cette question de la responsabilisation des communes dans la gestion de leurs ressources. À contrario, on ressentait surtout une adhésion timide voire le refus des agents des administrations forestières à cette évolution.

En absence de ce contre-pouvoir potentiel que représentent les administrations décentralisées, la conséquence a été que les liens « anciens » entre agents forestiers, commerçants-transporteurs, bûcherons et charbonniers ne furent pas rompus avec tout ce que cela comporte comme source de corruption et de clientélisme.

---

<sup>17</sup> Au Niger puis au Mali, des projets dits de Stratégie Énergie Domestique (SED) ont permis l'adoption de réformes forestières, qui permettaient à des organisations villageoises de type associatif d'exploiter le bois de leurs territoires, dans le cadre de marchés ruraux de bois-énergie (MR), sous conditions de respecter des normes de gestion durable. Au Burkina Faso, la décentralisation a été plus lente et l'implication du monde rural dans l'approvisionnement en bois des villes s'est surtout exercée dans les forêts classées sous la forme de chantiers d'aménagement forestier (CAF).

Le principal changement de fonctionnement du système d'exploitation et de commercialisation a été que les bûcherons et charbonniers étrangers (souvent des chômeurs des centres urbains) ont été remplacés par des bûcherons et charbonniers locaux, a priori plus à même de comprendre le transfert de gestion de l'État vers les populations riveraines des massifs.

Ce système, loin d'être parfait, aura eu le mérite de faire bouger les lignes et de redonner aux populations riveraines leur légitimité en matière de gestion de leurs surfaces boisées. Il a néanmoins été défaillant pour deux raisons principales. En premier lieu, malgré les efforts des nombreux projets d'aménagement, ceux-ci n'ont jamais été en mesure d'assurer un approvisionnement capable de répondre à l'importance de la demande. Ce qui était la condition d'une concurrence saine entre les exploitations sous aménagement et celles illicites réalisées hors de tout aménagement. En deuxième lieu, les projets une fois achevés, les plans d'aménagement ne furent pas, ou que très rarement, actualisés. S'en est suivi un retour à la situation d'accès libre et d'exploitation anarchique sous les yeux, voire avec la complicité de certains agents forestiers. Finalement, on a assisté à la mise en concurrence sur le marché du bois-énergie de produits commercialisés par les structures villageoises de production et de produits issus d'exploitation illicites, donc moins onéreux pour les commerçants.

Il existe malgré tout des exemples de réussite probants - comme celui de l'aménagement de la forêt de Baban Rafi dans la région de Maradi à l'est du Niger qui a permis d'assurer sa pérennité sur 20 ans -, qui démontrent la validité des concepts mis en œuvre dans les années 1990 et la faisabilité d'une gestion raisonnée des formations ligneuses sahéliennes (Amani et Garba, 2017). Chaque acteur y joue son rôle, que cela soit les bûcherons qui respectent les normes de coupe ou les quotas, les agents de l'administration forestière qui accompagnent ces populations, et enfin les commerçants-transporteurs.



Faidherbia albida. Say. Niger © Pierre Montagne

### 3. Situation à la fin des années 2010

Vingt-cinq ans après, la plupart des plans d'aménagement élaborés restent des coquilles vides, pour de multiples raisons : absence de formations ad hoc des bûcherons villageois, captation importante des recettes fiscales des structures de gestion par les agents forestiers usant et abusant des prérogatives que leurs donnent la loi, difficulté des administrations forestières à s'adapter, coupes illicites et autres facteurs qui rendent caducs les efforts pour une exploitation durable. À la fin des années 2000, on retrouvait la situation telle qu'elle était au début des années 1990.

Enfin une des raisons des échecs (ou d'une insuffisante réussite) des aménagements des années 1990 a été que la demande de bois-énergie aurait impliqué la mise sous aménagement de très grandes surfaces boisées (en respectant les contraintes techniques exigées par les textes). Faute de moyens humains, matériels et financiers suffisants, les ambitions sont toujours restées en deçà de cet impératif spatial sans parvenir à la suppression effective des coupes illicites et abusives qu'elles soient le fait de bûcherons et charbonniers tant locaux qu'étrangers. Il faut réussir le passage à des objectifs de couverture spatiale beaucoup plus ambitieux sans quoi la situation restera toujours inchangée et on se contentera de parsemer les écosystèmes forestiers de plans d'aménagement à la fois coûteux dans leur élaboration, et inefficaces.

Les projections et les évolutions démographiques montrent que l'usage du bois-énergie (avec une évolution du ratio bois de feu/charbon de bois favorable à ce dernier) continuera d'être dominant. Il sera, selon l'évolution du pouvoir d'achat des populations urbaines et leur capacité d'adopter d'autres sources d'énergie, dans les centres urbains, concurrencé par celui du GPL et des autres combustibles dits « modernes ». Dans les campagnes, le bois de feu restera le combustible le plus utilisé pendant encore de nombreuses années. Il convient cependant de souligner les cas de plus en plus nombreux d'usage de résidus de récolte au détriment des restitutions organiques et donc de la reconstitution de la fertilité des sols avec, comme conséquences, la baisse des rendements et un impact négatif sur la sécurité alimentaire des ménages.



Transport charrette asine. Kollo, Niamey © Pierre Montagne



Transport de charbon de bois. Koulikoro. Mali © Pierre Montagne

Dans les trois pays - mais la situation doit être similaire dans de nombreux autres pays d'Afrique de l'Ouest où l'usage du charbon de bois est en forte progression ainsi que celui du GPL, dont la demande à l'horizon 2030 montre pourrait doubler voire tripler -, il s'agit plus de réfléchir à une offre d'un « mix » de différentes sources d'énergie plutôt que d'en rester à des solutions monosectorielles allant dans le sens de la seule gestion des formations ligneuses, ou de la seule offre d'énergies de substitution ou renouvelables qui, pour des raisons de coûts, techniques ou encore d'usage, resteront encore longtemps incapables de concurrencer le bois-énergie. L'enjeu serait de mettre en œuvre des politiques bois-énergie qui soient capable d'influencer les comportements des différents acteurs, par leur formation, qu'ils soient des administrations forestières, des bûcherons ou charbonniers, des commerçants, et des communes pour la mise sous aménagement et une exploitation raisonnée de superficies de formations ligneuses de plus en plus étendues.

### **Depuis 2010, vers une politique bois-énergie convergente au Niger, au Burkina Faso et au Mali**

Outre l'enjeu fondamental du changement d'échelle, il faut absolument revoir et améliorer la gouvernance du secteur et la structuration des filières depuis les bûcherons ou charbonniers jusqu'aux consommateurs en passant par les administrations forestières, les collectivités locales, notamment les communes rurales, les transporteurs et les grossistes. Les collectivités territoriales décentralisées fortes de leur légitimité électorale, notamment pour la collecte de recettes fiscales, sont au cœur des solutions possibles même s'il faut, d'autre part, améliorer les interventions des agents des services forestiers des États pour un meilleur suivi technique des exploitations.

Après des efforts pour la planification de l'exploitation par l'élaboration des Schémas Directeurs d'Approvisionnement en Combustibles Domestiques (SDACD), les interventions sont ciblées sur les communes dont les bilans offre-demande en combustibles ligneux apparaissent significatifs, soit pour justifier la mise sous aménagement des massifs forestiers les plus exploités, avec l'ambition d'en diminuer les prélèvements, soit pour développer une exploitation durable de ceux qui demeurent encore assez riches. C'est dans le contexte communal que les plans d'aménagement sont élaborés (selon des méthodologies harmonisées et efficaces pour permettre cette couverture spatiale la plus vaste possible dans les bassins d'approvisionnement). L'enjeu reste que les quotas (garants de la gestion durable) soient vérifiés en continu et que les normes de coupe soient respectées. Un système communal de suivi des flux doit, en relation avec le contrôle forestier assuré par les agents de l'administration, empêcher toute exploitation illicite et surtout garantir son auto-financement pérenne.

### Références bibliographiques :

Amani A., Garba A., Ichaou A., Mahamane A. 2017. Analyse comparative de la résilience de deux formations forestières exploitées : la forêt de Baban Rafi au Centre-Est et celle de Tientergou au Sud-Ouest du Niger. Colloque international sur la gestion des ressources forestières périurbaines et le changement climatique. Université Abdou Moumouni. Projet Gestion des Forêts Naturelles et Approvisionnement durable en Bois-énergie des villes du Sahel" (FONABES). Niamey. 31 octobre au 2 novembre 2017. 20 p.

Bertrand, A., 1995. Nouvelle politique forestière et marchés ruraux du bois énergie au Niger : le transfert de la gestion locale des ressources ligneuses aux communautés rurales ; in Cahiers Agricultures ; N° 4, pp. 185-193 ; Montrouge, France.

D'Herbès J.M., Ambouta JMK., Peltier R., 1997. Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens. John LibbeyEurotext, Paris. 271 p.

Delwaule, J.-C., Roederer, Y., 1974. Le bois de feu à Niamey. Bois et forêts des Tropiques, N° 152, pp. 55-60 ; Nogent / Marne France.

Foley G., Floor W., Madon G., Mahamane Lawali, EH, Montagne P., Tounao K. 1997. The Niger Household Energy Project. Promoting Rural Fuelwood Markets and Village Management of Natural Resources. World Bank Technical Paper n° 362. Washington, DC. World Bank.

Hardin G. 1968. The Tragedy of the Commons. Science 162, 1243-1248. [The original publication of Garrett Hardin's article.]

Ichaou A. 2011. L'aménagement des brousses tigrées du Niger : modes d'inventaire, calcul des quotas et de la durée de rotation Partie 2 : Calcul des quotas et de la durée de rotation. In KAJIALA, TATTALI, DJEKABAARA (Gestion durable et collective des forêts » en langues malgache à Madagascar, haoussa au Niger et bambara au Mali). Valoriser les produits pour mieux conserver les forêts. Tome 2 : les expériences nationales (Niger et Mali). Projet GESFORCOM Gestion forestière communautaire et communale à Madagascar, au Niger et au Mali. Pierre Montagne et Alain Bertrand Coordinateurs scientifiques. 12 p

Ichaou A., 2000. Dynamique et productivité des structures forestières contractées des plateaux de l'ouest nigérien Thèse de doctorat Université Paul Sabatier de Toulouse III, 231p

Ichaou A., 2011. L'aménagement des brousses tigrées du Niger : modes d'inventaire, calcul des quotas et de la durée de rotation. Partie 1 : les modes d'inventaires. In KAJIALA, TATTALI, DJEKABAARA (Gestion durable et collective des forêts » en langues malgache à Madagascar, haoussa au Niger et bambara au Mali). Valoriser les produits pour mieux conserver les forêts. Tome 2 : les expériences nationales (Niger et Mali). Projet GESFORCOM Gestion forestière communautaire et communale à Madagascar, au Niger et au Mali. Pierre Montagne et Alain Bertrand Madagascar, Centre d'information technique et économique (Cite), 69-91

Madon, G., Matly, M., Bertrand, A., Laurent, D., 1985 ; La filière bois à Niamey ; Projet forestier IDA/FAC/CCCE ; SEMA-énergie – Cirad-CTFT.

Mahamane EL, Montagne P. 1997. Les grands axes stratégiques du projet Energie II – volet offre pour une gestion rationnelle des écosystèmes forestiers péri-urbains au Niger. In d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., éd. Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens. John LibbeyEurotext, Paris : 155 – 167 Niamey. Niger.

Montagne P., Bertrand A., 2006. Histoire des politiques forestières au Niger, au Mali et à Madagascar. In : Bertrand Alain (ed.), Montagne Pierre (ed.), Karsenty Alain (ed.). L'état et la gestion locale durable des forêts en Afrique francophone et à Madagascar. Paris : L'Harmattan, p. 54-83.

Montagne P., Idrissa O., Bertrand A., Rives F., Ichaou A., Peltier R. 2016. Bois-énergie domestique, démographie et urbanisation : Situation après vingt-cinq années de gestion forestière des néo-communs au Sud-Niger. Conférence internationale de l'AFD sur le développement - 12ème édition 1<sup>er</sup> et 2 décembre 2016. Paris. 14 p.

Montagne P., Rives F. (coord.). Kajiala, Tattali, Djekabaara. Valoriser les produits pour mieux conserver les forêts. Tome 2 : Comparaison Madagascar, Niger, Mali. Antananarivo,

Ostrom E. 1990. Governing the Commons : The Evolution of Institutions for Collective Action. New York: Cambridge Univ. Press. 280 pp.

Ostrom E., 2010. Gouvernance des biens communs: pour une nouvelle approche des ressources naturelles. Paris: De Boeck, 301 p.

Rives F., 2012. Gestion des forêts sèches à Madagascar et au Niger. Vulnérabilité et Fonctions des systèmes socio-écologiques pour comprendre les réformes forestières et leurs effets. Thèse de doctorat, école doctorale Abies, AgroParis-Tech, France, 322 p.

Rives F., Aubert S., Montagne P., 2013a. Les transferts de gestion des ressources naturelles : quelles conséquences sur les systèmes socio-écologiques de forêt sèche à Madagascar et au Niger ? In :

TRANSENERG, 1985. Planification de l'énergie. Etude du secteur des combustibles forestiers au Mali (bois de feu et charbon de bois). DNHE, République du Mali. TransEnerg, Paris.

# LES FILIERES BOIS-ENERGIE POUR L'APPROVISIONNEMENT DES VILLES AU SAHEL

Laurent Gazull<sup>18</sup>

Jusque dans les années 80, en zone rurale, le bois était ramassé d'abord pour des usages familiaux, le surplus était alors vendu. Mais, de plus en plus, le commerce du bois et du charbon de bois, qui était une ressource financière d'appoint, est devenu une source importante de revenus. En zone urbaine, plus de la moitié et parfois plus de 80% de la population continue d'utiliser du bois de feu et/ou du charbon de bois qui sont alors des produits commercialisés sur les marchés, dans les magasins ou en bord de trottoir (Zulu & Richardson, 2013). Les filières d'approvisionnement bois-énergie sont majoritairement informelles, mais elles représentent une activité économique de premier ordre (Gazull & Gautier, 2014).

## 1. L'approvisionnement des villes, un enjeu majeur

### 1.1 L'importance économique des filières bois-énergie

D'une manière générale, à production énergétique égale, les filières bioénergétiques emploient 10 à 20 fois plus de main d'oeuvre que les filières pétrolières (tableau 1 ; Remedio and Domac, 2003). De plus, ces filières bois demandent peu de technicité et peu de capitaux de départ. Elles sont donc facilement accessibles aux plus démunis et constituent pour beaucoup un filet de sécurité contre l'extrême pauvreté.

Le bois est certes bon marché, et les revenus des exploitants sont modestes, mais globalement ce secteur peut, par exemple, être comparé à celui des produits maraîchers. Surtout, la production, le transport et le commerce du bois sont des sources d'emplois très importantes. On estime à plus de 13 millions d'équivalents temps plein le nombre de personnes travaillant directement dans les filières bois-énergie en Afrique (Openshaw, 2010). En comparaison, la FAO estime à 14 millions le nombre de personnes employées dans les filières forestières industrielles et artisanales.

---

<sup>18</sup> Laurent Gazull est géographe chercheur au CIRAD. Il travaille depuis 15 ans sur les bassins d'approvisionnement en bois-énergie des grandes villes d'Afrique sub-saharienne.

**Tableau 1 : Emplois dans les secteurs de l'énergie, en jours-hommes pour produire 24 tep (tonnes d'équivalent pétrole)<sup>19</sup>**

Combustible	Kérosène	Gaz naturel	Charbon minéral	Électricité	Bois de feu	Charbon de bois
Nombre d'emplois	10	10-20	20-40	80-110	100-170	200-230

D'après (Remedio & Domac, 2003)

Étant surtout informel, le secteur du bois-énergie n'apparaît que rarement dans les comptabilités nationales des pays en développement. Mais diverses études montrent que dans ces pays ce secteur représente des chiffres d'affaires au moins équivalents à ceux du secteur de l'électricité.

## 1.2 Le prix du bois-énergie

Les prix du bois-énergie sont généralement libres et s'ajustent en fonction du coût du transport, du type de conditionnement, de la rareté et de l'accessibilité de la ressource, du niveau de concentration dans la filière, des préférences des consommateurs, etc.

En ville, le bois de feu est généralement le combustible le moins cher comparé à ses alternatives plus « modernes » : gaz, pétrole ou électricité. Autre atout, il peut être vendu en très faible quantité et s'adapter aux besoins du consommateur, ce qui en fait l'énergie des plus pauvres. Par ailleurs, son usage préserve les urbains, comme les ruraux, de l'impact de la hausse des prix du pétrole (Kpodar, 2006). A pouvoir calorifique égal, le charbon de bois en revanche est plus cher que le bois de feu et son coût d'utilisation peut égaler, voire dépasser, celui du gaz butane, lequel est subventionné dans de nombreux pays.

Les prix du bois et du charbon de bois, bien qu'ils soient bon marché, se sont avérés très stables ces dernières décennies. Ainsi les prix, qui ne reflètent pas toujours la rareté du produit, ne peuvent être utilisés comme des indicateurs de pénurie relative. Rares ont été les villes ayant eu des pénuries ou des crises d'approvisionnement en bois-énergie. À l'inverse, avec les hausses des prix des produits pétroliers de 2004 à 2010, de nombreux pays d'Afrique n'ont pas pu maintenir les subventions pour le gaz et ont souffert de pénuries ou de retards dans les approvisionnements en gaz butane. Ce sont alors le bois et le charbon de bois qui ont pallié ces déficiences et évité que des crises majeures apparaissent, comme ce fut le cas au Mali et au Sénégal. Cette stabilité est le signe d'une grande réactivité des filières d'approvisionnement qui savent s'adapter aux évolutions urbaines, aux variations du coût du transport, à la raréfaction de la ressource, aux préférences des ménages, etc. (Gazull, 2009)

## 1.3 La consommation urbaine

L'analyse critique des sources d'information les plus usuelles sur la consommation des urbains sahéliens, notamment celles de la FAO qui font référence en la matière (FAO, 1998 et 2002), a démontré combien les connaissances dans ce domaine étaient fragiles et sujettes à discussion (Ozer, 2004).

<sup>19</sup> La tonne d'équivalent pétrole vaut 42 gigajoules, ce qui correspond au pouvoir calorifique moyen d'une tonne de pétrole. Par jour-homme, on entend le travail d'une personne pendant une journée.

La consommation des urbains dépend de nombreux facteurs : taille du ménage, type de repas, accès à d'autres sources énergétiques, type d'habitat, etc. (Kowsari & Zerriffi, 2011). Il est communément admis que plus un ménage est riche, plus il a tendance à diversifier ses sources d'énergie de cuisson, en adoptant le gaz, le pétrole ou l'électricité, lorsque ces dernières sont disponibles (Leach, 1992).

Pourtant les dernières études menées au Mali, au Burkina Faso et au Niger (FONABES, 2016) montrent que, même lorsque le gaz est disponible, les combustibles ligneux (bois et charbon de bois) demeurent les combustibles principaux de la majorité des urbains. Même les ménages aisés pouvant investir dans des réchauds et bouteilles de gaz continuent de l'utiliser. Il représente la tradition et le combustible privilégié pour les grands repas familiaux. Cette cuisine au bois est rendue toujours possible par la structure majoritairement horizontale de l'habitat des villes sahéniennes où la cuisine continue de se faire en plein air.



Marché de bois de feu au Niger © Alain Bertrand

Si la conversion au gaz est très lente, depuis environ 20 ans, un changement majeur s'opère dans pratiquement toutes les villes : le charbon de bois prend le pas sur le bois de feu ; et ce changement s'observe également dans nombre de bourgs ruraux. Plus dense en énergie, il est plus facile à stocker, il fait moins de fumée et peut facilement s'utiliser en petites quantités. Le charbon de bois possède de nombreux atouts qui en font le combustible urbain n°1 dans toute la sous-région.

En l'absence d'autres sources d'énergie, la consommation moyenne d'un urbain sahéni se situe entre 1,5 kg et 2 kg d'équivalent bois<sup>20</sup> par jour et par personne, ce qui représente une énergie primaire d'environ 17 MJ/personne/jour.

---

<sup>20</sup> La mesure en équivalent bois est calculée en considérant que 1 kg de charbon de bois consommé équivaut à 7 kg de bois. La carbonisation entraîne une perte de masse et d'énergie car le rendement massique de ce procédé est au Sahel entre 10% et 20%.

Compte tenu du faible taux de pénétration du gaz qui est au maximum de l'ordre de 5%, hormis à Dakar où il serait de l'ordre de 75%, on peut considérer que la consommation moyenne en bois-énergie d'un urbain sahélien se situe entre 1,4 kg eq. bois/personne/jour et 1,7/kg eq. bois/personne/jour.

#### 1.4 Les formes d'approvisionnement

En Afrique, plus de 95% du bois-énergie provient de formations naturelles : savanes arbustives ou arborées, forêts claires ou galeries, jachères et parcs arborés (Mead, 2005). Les filières bois-énergie permettant d'approvisionner les villes à partir de ces formations naturelles sont constituées d'un très grand nombre d'acteurs aux rôles différents et aux intérêts parfois divergents.

D'un côté, il y a les acteurs qui ont en charge le contrôle de l'exploitation de la ressource : les services forestiers de l'État, les coopératives de bûcherons en charge de gérer un massif forestier, les pouvoirs coutumiers et les collectivités territoriales ; de l'autre, il y a les acteurs de l'exploitation, du transport et de la commercialisation : bûcherons et charbonniers, courtiers intermédiaires, transporteurs, grossistes, détaillants. Enfin les consommateurs dont les habitudes, les conditions de vie, le statut social peut influencer les choix.

Les formes des filières sont très diverses et peuvent être classées selon leurs niveaux de concentration. On distinguera :

- **Les filières monopolistiques** : l'ensemble de la filière est assurée et contrôlée par un acteur unique – en général l'État. Ces filières sont devenues très rares. Cependant des tentatives de contrôle étatique sur le bois-énergie ressurgissent parfois comme ce fut le cas au Tchad en 2008 où un décret a interdit l'utilisation du bois et du charbon de bois dans les entreprises sur toute l'étendue du territoire national.
- **Les filières oligopolistiques** : l'approvisionnement est assuré par un petit nombre d'acteurs qui contrôlent en général l'ensemble de la chaîne : de la production jusqu'à la commercialisation. Ces acteurs sont très réglementés et suivis par les services des États. Ce type de filière est en général gouverné par des marchands urbains avec leurs équipes de bûcherons/charbonniers, leurs moyens de transport et leurs réseaux de distribution. Ce type d'oligopole était très courant en Afrique de l'Ouest dans les années 1970-1980. Il tend à disparaître au profit d'une plus grande libéralisation des filières. Néanmoins il persiste dans certains États comme le Sénégal.
- **Les filières libéralisées** : l'accès à la filière est libre ou faiblement contrôlé à tous les niveaux de la chaîne. Chaque acteur, du producteur jusqu'au commerçant, est indépendant et assure des relations client/fournisseur avec les autres acteurs de la chaîne. Ce type de chaîne s'est généralisé en Afrique de l'Ouest avec les processus de décentralisation et les transferts de gestion des ressources naturelles aux populations locales, cassant ainsi les oligopoles urbains existants. Ces filières sont même devenues foisonnantes et offrent ainsi un grand nombre d'emplois intermédiaires.

## **2. Quelques exemples de modèles de production**

### **2.1 Niamey et Bamako : les marchés ruraux**

Depuis 1992 au Niger et 1995 au Mali, dans le cadre des politiques forestières (Stratégies énergie domestique) des dispositifs institutionnels et techniques ont été développés pour une gestion durable des ressources ligneuses sur les terres des villages par les villageois. Les marchés ruraux de bois-énergie sont des structures locales de gestion installées dans les villages et organisées pour aménager les espaces boisés et exploiter durablement le bois à des fins commerciales. Chaque marché rural dispose d'un site de vente (marché) et une forêt dont les limites sont bien délimitées. Chaque forêt est divisée en parcelles et dispose d'un plan d'aménagement, à l'instar de ce qui se fait pour le bois d'œuvre, mais avec des difficultés techniques plus nombreuses et plus complexes.

La rotation des parcelles est entre 7 et 10 ans, et a tendance à s'écourter au fur et à mesure que la rareté s'installe. Un quota annuel d'exploitation est défini en fonction de la productivité estimée, de la taille de la forêt et de la durée de la rotation. Les normes techniques de coupe ont été établies par les services de l'administration forestière (Niger) ou par des bureaux d'étude privés (Mali). Seuls les membres de la coopérative qui gère la forêt peuvent exploiter et vendre le bois. Les coopératives rendent annuellement des comptes à l'administration forestière.

Au Niger, l'ordonnance 92-037 octroie l'exclusivité de l'exploitation du bois à titre commercial aux bénéficiaires des droits d'usages de la zone concernée par un marché rural, droits qui jusque là revenaient aux commerçants-transporteurs de bois qui payaient des droits de coupe (taxes). Cette ordonnance modifie aussi la fiscalité : les taxes sur le commerce du bois sont prélevées par les marchés ruraux et une part des recettes est destinée au village.

Au Niger, le bilan est assez positif bien que les zonages et les rotations soient peu respectés par les bûcherons. Dans de nombreux cas, les plans d'aménagement ont dû être simplifiés pour mieux correspondre aux modalités traditionnelles d'utilisation des terres villageoises : par exemple, les limites des forêts ont été modifiées pour tenir compte de l'expansion agricole.

Au Mali, le bilan des marchés ruraux après 5 ans a montré que pratiquement aucune coopérative ne respecte ni le plan d'aménagement ni les limites définies des massifs forestiers. En revanche, au bout de 10 ans les coopératives existent toujours et sont devenues de véritables acteurs de la filière d'approvisionnement en bois de la ville de Bamako.

Ces deux exemples montrent l'intérêt d'avoir une gestion au niveau du village et d'organiser les bûcherons. Il apparaît cependant que l'aménagement est difficile à mettre en place et à faire respecter. Une adaptation locale et concertée des normes techniques d'exploitation en fonction des dynamiques paysagères, des savoir-faire des acteurs et des caractéristiques de la ressource serait nécessaire.

### **2.2 Ouagadougou : les chantiers d'aménagement forestier**

La ville de Ouagadougou est majoritairement approvisionnée de manière informelle et illégale par du bois provenant de zones non aménagées. Cependant entre 15% et 20% proviennent de zones aménagées contrôlées par les services forestiers qui ont mis en place des chantiers

d'aménagement forestier dans le cadre de la politique forestière nationale. Sept chantiers d'aménagement forestier (sur 26 au niveau national) contribuent à l'approvisionnement de Ouagadougou (Gautier and Compaoré, 2006). Les populations riveraines des forêts aménagées sont impliquées dans la gestion de ces chantiers et s'organisent, dans chaque village, pour former des Groupements de gestion forestière. Ces groupements doivent exploiter, de manière rationnelle et durable, les ressources forestières des zones aménagées. Plusieurs groupements exploitant un massif forestier sont regroupés avec la responsabilité de gérer le chantier d'aménagement. Chaque groupement comprend les bûcherons qui travaillent avec le service forestier et un commis de commercialisation qui centralise les informations sur les quantités de bois exploitées et enstérées au bord de chaque parcelle. Le commis de commercialisation se charge de son côté d'orienter les transporteurs-grossistes vers les zones où le bois est disponible. L'extension des chantiers d'aménagement forestier est un des objectifs du gouvernement, mais ce modèle n'est pas transposable partout, surtout là où les ressources forestières ne forment pas de massifs forestiers, mais plutôt des îlots de jachères dans un paysage fortement anthropisé.

### **3. Conclusions**

Dans les années 70 et 80, beaucoup d'analystes annonçaient la mort du bois- énergie à l'horizon 2000 (Eckholm, 1975). En 2017, bois de feu et charbon de bois restent les sources principales des ménages urbains et ruraux sahéliens. Les alternatives énergétiques (gaz, kérosène, électricité) se sont peu développées, en raison de leur prix et des difficultés d'approvisionnement (importations), mais également en raison de résistances sociales fortes à l'abandon du bois qui concilie cuisson en plein air, grands repas communautaires et modes d'achats de proximité.

Néanmoins, même s'il n'y a pas eu jusqu'à présent de crise majeure des combustibles ligneux, il n'en reste pas moins que les ressources en bois déclinent partout autour des villes sahéliennes et que le bois provient de zones de plus en plus éloignées. Les différentes solutions de gestion uniquement basées sur l'aménagement durable des ressources boisées (chantiers, marchés ruraux, forêts classées) ont montré leurs limites et n'ont pu à elles seules empêcher la déforestation et la dégradation. Dans un contexte de fort accroissement démographique, d'urbanisation à développement horizontal, et d'agriculture encore majoritairement extensive, les espaces boisés périurbains sont de plus en plus rares et peu productifs.

La plupart des institutions et des gouvernements comptent toujours sur une conversion au gaz butane, bien que cette voie soit de plus en plus coûteuse et que les mécanismes mis en place depuis 40 ans (subventionnement, aide au secteur privé, développement de la concurrence) n'aient pas porté leur fruit. Cette conversion se produira probablement lorsque les ressources en bois seront proches de l'épuisement et que leurs prix deviendront inabordables pour les citoyens. Cependant, dans une logique de transition durable, une autre voie est envisageable: elle consiste à combiner simultanément une part raisonnable de gaz, des économies de consommation de combustibles ligneux grâce à des foyers améliorés et la création de nouvelles ressources boisées dédiées à l'énergie à proximité des villes.

La mise en place (ou remise en place) de filières gaz assurant un approvisionnement stable, efficace et accessible à tous demeure une condition nécessaire à une transition énergétique durable. Mais au vu des mécanismes de régulation actuellement défailants sur les achats, les prix, les stocks et la distribution du gaz, les Etats auront sans doute à l'avenir à jouer un rôle plus important dans ces filières à caractère stratégique pour lesquels le secteur privé n'a pas fait preuve de son efficacité. Une telle politique de relance du gaz devra également s'accompagner de nouvelles politiques de plantations énergétiques qui pour ne pas reproduire les erreurs du passé, devront prendre des formes multiples adaptées à chaque contexte biophysique et surtout socio-économique : plantations paysannes, haies, densification des systèmes agro-forestiers traditionnels, Régénération Naturelle Assistée (RNA) dans les jachères, plantations en plein, etc.

### Références bibliographiques :

Eckholm, E., 1975. The Other Energy Crisis: Firewood, Worldwatch Paper 1. Worldwatch Institute, Washington.

FONABES, 2016. Gestion des forêts naturelles et approvisionnement durable en bois-énergie des villes du Sahel. URL <http://fonabes.org/>.

Gautier, D., Compaoré, A., 2006. Les populations locales face aux normes d'aménagement forestier en Afrique de l'Ouest. CIFOR, Bureau régional Afrique de l'Ouest, Ouagadougou.

Gazull, L., 2009. Le bassin d'approvisionnement en bois-énergie de Bamako. Une approche par un modèle d'interaction spatiale (Thèse de doctorat). Université Paris-Diderot - Paris VII, Paris.

Gazull, L., Gautier, D., 2014. Woodfuel in a global change context. WIREs Energy Environ n/a-n/a. <https://doi.org/10.1002/wene.115>

Kowsari, R., Zerriffi, H., 2011. Three dimensional energy profile: A conceptual framework for assessing household energy use. Energy Policy, Clean Cooking Fuels and Technologies in Developing Economies 39, 7505–7517. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.06.030>

Kpodar, K., 2006. Distributional Effects of Oil Price Changes on Household Expenditures: Evidence from Mali, IMF Working Paper. International Monetary Fund, Washington DC.

Leach, G., 1992. The energy transition. Energy Policy, Energy and the Third World 20, 116–123. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(92\)90105-B](https://doi.org/10.1016/0301-4215(92)90105-B)

Mead, D.J., 2005. Forests for Energy and the Role of Planted Trees. Critical Reviews in Plant Sciences 24, 407–421. <https://doi.org/10.1080/07352680500316391>

Openshaw, K., 2010. Biomass energy: Employment generation and its contribution to poverty alleviation. Biomass and Bioenergy 34, 365–378. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.11.008>

Ozer, O., 2004. Bois de feu et déboisement au Sahel: mise au point. Sécheresse 15, 243–51.

Remedio, E.M., Domac, J.U., 2003. Socio-economic analysis of bioenergy systems: a focus on employment. FAO, Rome.

Zulu, L.C., Richardson, R.B., 2013. Charcoal, livelihoods, and poverty reduction: Evidence from sub-Saharan Africa. Energy for Sustainable Development, Special Issue on Charcoal 17, 127–137. <https://doi.org/10.1016/j.esd>.

## FONCTIONNEMENT DES FILERES DANS LES TROIS CAPITALES : NIAMEY, OUAGADOUGOU ET BAMAKO

Pierre Montagne et Jean-Paul Laude<sup>21</sup>

Le Schéma Directeur d'Approvisionnement en Combustibles Domestiques (SDACD) d'un centre urbain est un outil de planification qui vise à mettre en place les conditions d'un approvisionnement durable et stable. Il s'agit en particulier d'ajuster les quantités de bois-énergie exploitées aux possibilités<sup>22</sup> de la ressource naturelle, d'améliorer le rendement des filières - de la production à la consommation - par l'instauration et le respect de normes de coupe et de commercialisation, de faire en sorte que l'exploitation de bois-énergie devienne un facteur de développement rural et de lutte contre la pauvreté et, parallèlement, de développer des énergies de substitution permettant de satisfaire les besoins urbains en diminuant la pression sur les ressources forestières.



Transport charrette asine. Kolio, Niamey © Pierre Montagne

Nous présenterons ici, de façon comparée, les résultats des travaux qui ont permis, en 2015-2016, l'élaboration des SDACD des trois villes capitales de Niamey, Bamako et Ouagadougou. Ils montrent, entre autres, que les filières bois-énergie fonctionnent de façon similaire même si des différences significatives existent, notamment quant à la pénétration du Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL) à Ouagadougou, ou des foyers améliorés à Bamako, ce qui n'est pas sans conséquence sur les bilans énergétiques des trois villes.

---

<sup>21</sup> Jean-Paul Laude est spécialiste des questions énergétiques. Il a participé à l'élaboration des chapitres « énergie des ménages » des Schémas Directeurs d'Approvisionnement en Energie Domestique des villes de Ouagadougou, Bamako et Niamey pour le projet FONABES.

<sup>22</sup> NdE : En foresterie on parle de « possibilité » c'est à dire du volume maximum des récoltes annuelles que l'on peut prélever « à perpétuité » sans diminuer la capacité productive du milieu forestier

# 1. La ressource

## 1.1 Les premiers éléments de base

Tableau A : Populations, surfaces forestières et chiffres d'affaires

<i>Rubriques</i>	<i>Villes</i>	<b>Niamey</b>	<b>Bamako</b>	<b>Ouagadougou</b>
Population du bassin d'approvisionnement		<b>4,7</b>	<b>5,4</b>	<b>9,3</b>
(en millions d'habitants), <i>dont</i> :	urbaine	1,5	2,4	2,6
	rurale	3,2	3,0	<b>6,7</b>
Surface forestière (en millions d'hectares)		<b>6,5</b>	<b>7,4</b>	<b>7,1</b>
Possibilité annuelle (en te.bf <sup>23</sup> bois de feu)		1,8	2,1	<b>3,7</b>
Chiffre d'affaires (en milliards de FCFA <sup>24</sup> ),		<b>12,2</b>	<b>20,2</b>	<b>21,8</b>
	<i>dont</i> : bois de feu	10,3	4,7	14,6
	charbon de bois	2,0	<b>15,5</b>	7,2

On retiendra :

- le montant élevé des chiffres d'affaires : entre 12 à 22 milliards de FCFA par an, qui marque le poids économique de ce secteur ;
- l'importance des populations rurales du bassin de Ouagadougou ;
- la part variable du charbon de bois dans le chiffre d'affaires : très faible à Niamey (16%), mais atteignant 75% à Bamako, tandis que Ouagadougou, avec 33%, occupe une situation intermédiaire.

## 1.2 Tendances démographiques et flux de bois-énergie

Les trois capitales ont vu leur population plus que doubler en 25 ans, soit des taux annuels d'accroissement de près de 4%.

<sup>23</sup> te.bf : tonne équivalent bois de feu, kge.bf : kilo équivalent bois de feu. Cette abréviation n'est pas normalisée.

<sup>24</sup> 1 FCFA (franc CFA) = 0,0015 €, ou 1 € = 656 FCFA.

À **Niamey**, en 25 ans, la consommation en bois-énergie a doublé, et il faut noter l'apparition d'une consommation en charbon de bois, encore faible, qui représente 8% du flux (en te.bf). Cet accroissement de 3% par an est inférieur à l'accroissement démographique et traduit une diminution de la consommation individuelle. L'adoption de pratiques plus économes, encouragées par le renchérissement du prix du bois, peut expliquer cette tendance qui n'apparaît pas dans les campagnes.

À **Bamako**, en 17 ans, la consommation (en te.bf) a augmenté d'un tiers, mais il faut surtout relever la diminution de l'usage du bois de feu et la multiplication par 3 de la consommation de charbon de bois. Cette tendance illustre un changement profond des habitudes de cuisson des ménagères. Globalement, l'évolution de l'approvisionnement en bois-énergie de Bamako traduit, comme à Niamey, une diminution de la consommation en bois-énergie par habitant.

À **Ouagadougou**, les informations disponibles sont fragmentaires et sujettes à caution. En 2015 les données recueillies avec la même méthodologie qu'à Niamey et Bamako, montrent une consommation de près de 900.000 te.bf. La consommation moyenne annuelle par habitant serait : pour le bois de feu de 47 kg, et pour le charbon de bois de 29 kg, soit 203 kge.bf. Ces chiffres sont à comparer avec les consommations de Niamey et Bamako (voir tableau B).

**Tableau B : Consommations annuelles de bois-énergie dans les trois bassins**

(totales en millions de te.bf, et moyennes par habitant en te.bf)

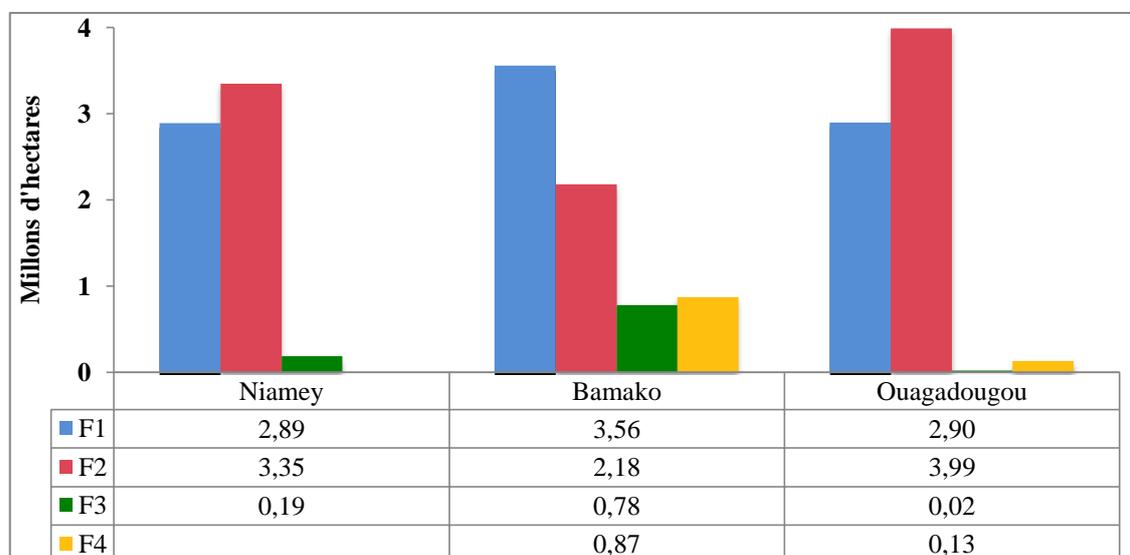
<i>Villes</i>	<b>Niamey</b>		<b>Bamako</b>		<b>Ouagadougou</b>	
	totales (en M te.bf)	moyennes par habitant (en te.bf)	totales (en M te.bf)	moyennes par habitant (en te.bf)	totales (en M te.bf)	moyennes par habitant (en te.bf)
<b>urbaines</b>	0,31	0,21	1,12	0,47	0,90	0,35
<b>rurales</b>	1,42	0,44	1,70	0,57	2,80	0,42

La ville de Bamako se différencie des deux autres, sans doute en raison de l'usage plus répandu du charbon de bois (voir paragraphe 2). Dans les bassins d'approvisionnement des trois capitales, les consommations rurales par habitant sont du même ordre de grandeur

## 1.3 Diagnostic sur la ressource

### 1.3.1 Surfaces forestières

**Figure A : Surfaces forestières péri-urbaines comparées (bassin d’approvisionnement dans un rayon de 150 km)**



F1 : Formations à Combrétacées de plateaux, steppes et savanes arbustives et herbeuses. F2 : Formations des terroirs cultivés et parcs arborés. F3 : Formations ripicoles et des bas-fonds. F4 : Savanes arborées et boisées.

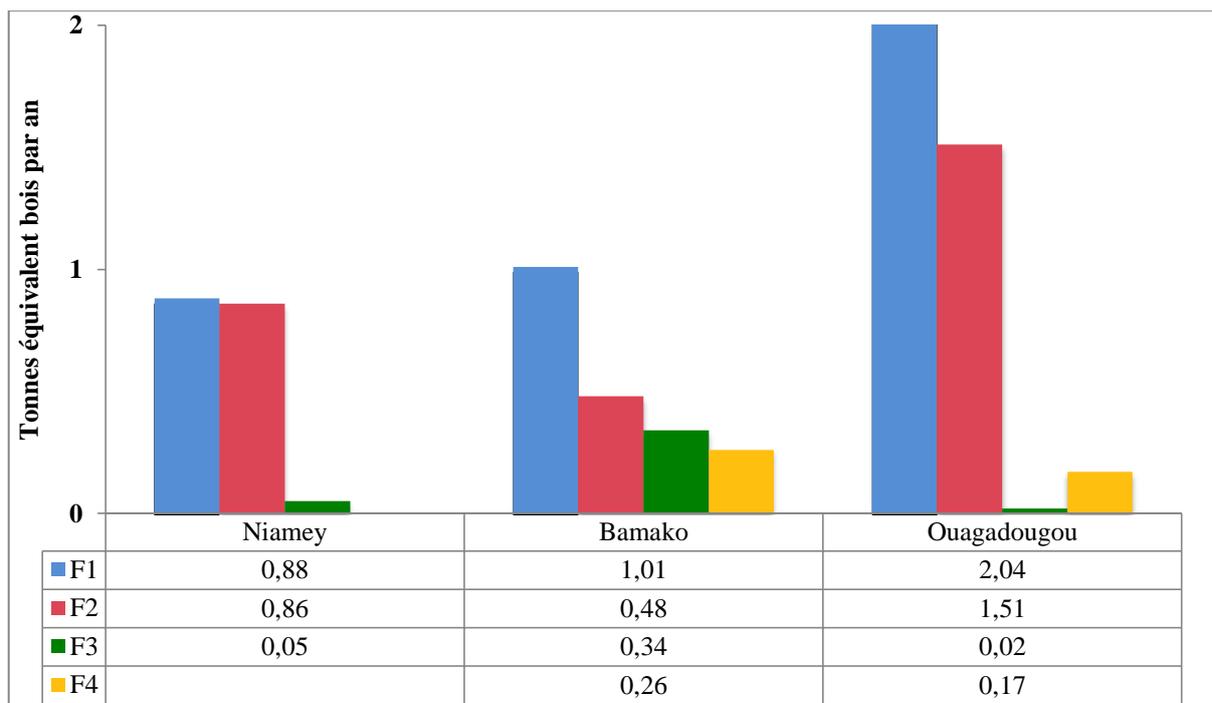
Pour des surfaces de formations forestières voisines (en millions d’ha : 6,5 pour le bassin de Niamey, 7,4 à Bamako et 7,1 à Ouagadougou), on relève des formations de steppes et savanes arbustives F1 sensiblement équivalentes. Par contre, les formations de type parcs arborés F2 (à *Faidherbia albida*, *Butyropernum parkii*, *Parkia biglobosa* et autres espèces) qui semblent jouer un rôle important dans l’approvisionnement des villes, et qu’on trouve souvent au milieu des champs cultivés, représentent 52% de la surface des formations forestières à Niamey, 30% à Bamako et 56% à Ouagadougou. Les formations ripicoles F3 de bas-fonds représentent près de 0,8 million ha du bassin de Bamako, mais moins de 0,2 million d’ha à Niamey et sont presque inexistantes sur le bassin de Ouagadougou.

### 1.3.2 Production

Dans les trois bassins, les travaux d’inventaire ont permis d’évaluer les stocks de bois sur pied en tonnes par hectare puis d’en déduire la production annuelle susceptible d’être commercialisée<sup>25</sup> de façon durable (« possibilité »).

<sup>25</sup> Selon les bassins, seule une partie de cette production a été retenue comme pouvant être valorisée en bois-énergie, le reste est soit non mobilisable pour des raisons physiques (accessibilité, éloignement, etc..) ou d’usage (bois de service, bois d’œuvre, etc.). Il a aussi été tenu compte des pertes de bois en considérant les difficultés de récolte dans les lieux isolés et des pratiques des bûcherons, des agriculteurs et des éleveurs émondeurs. Ces

**Figure B : Possibilités annuelles comparées des trois bassins.**



F1 : Formations à Combrétacées de plateaux, steppes et savanes arbustives et herbeuses. F2 : Formations des terroirs cultivés et parcs arborés. F3 : Formations ripicoles et des bas-fonds. F4 : Savanes arborées et boisées.

Toutes formations végétales confondues, la possibilité annuelle disponible dans chaque bassin est de 1,8 million te.bf à Niamey, 2,1 millions à Bamako et 3,7 millions à Ouagadougou. Cette figure montre avant tout l'importance de la production des formations arborées présentes dans les terres cultivées (F2) : équivalente à la possibilité offerte par les formations de steppes et savanes arbustives ou arborées (F1) dans le bassin de Niamey, à la moitié de celle de ces mêmes formations dans le bassin de Bamako et aux trois quarts dans le bassin de Ouagadougou.

S'il apparaît que les formations de plateaux, steppes ou savanes arbustives alimentent en grande partie les villes, par contre il est difficile de connaître les sources d'approvisionnement des populations rurales dont on n'a pas pu mesurer l'importance comparée.

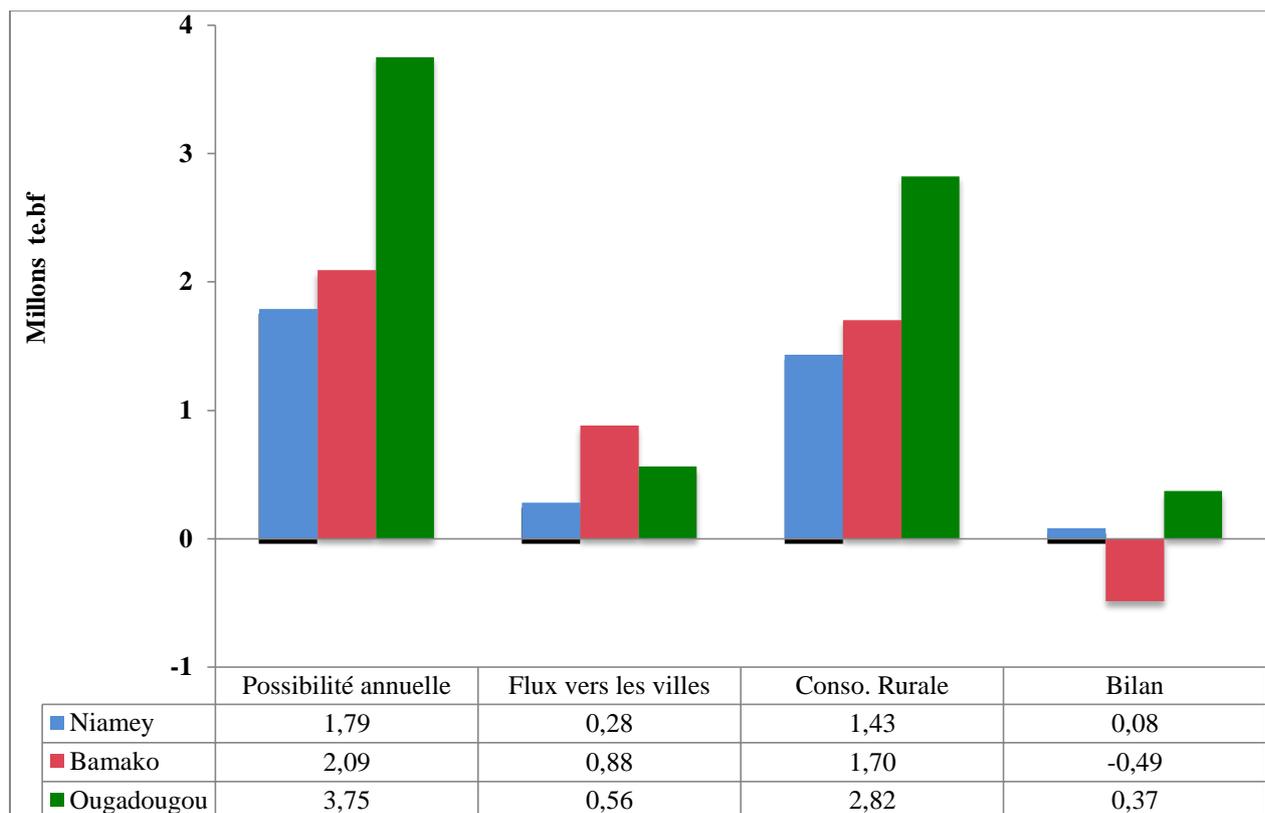
#### 1.4 Bilan Ressources – Prélèvements 2015

On définit le bilan (ressources -prélèvements) de bois-énergie par la possibilité de chaque bassin (voir Figure B) réduite du flux vers les villes et de la consommation rurale (voir Figure C).

---

pertes de bois sont faibles dans les formations à Combrétacées, mais importantes dans les formations ripicoles et dans les parcs agroforestiers, où une bonne part du bois d'émondage est récupérée pour faire des clôtures.

**Figure C : Bilans de bois-énergie des trois bassins et des trois capitales**



Plusieurs éléments essentiels apparaissent qui concernent l'estimation des bilans ci-dessus ;

**Premièrement** : la couverture de la **consommation rurale en bois de feu** par la possibilité annuelle, toutes formations forestières prises en compte, est de 80% pour le bassin de Niamey, de 81% pour le bassin de Bamako et de 75% pour celui de Ouagadougou. Ce qui, compte tenu des besoins des villes, va se traduire par des déficits dans les campagnes. C'est ce que l'on constate. Puisque 80% de la possibilité du bassin de **Niamey** est potentiellement consommée par les populations rurales, il ressort que 32 des 54 communes du bassin d'approvisionnement de Niamey sont déficitaires : les prélèvements de bois y sont supérieurs aux capacités de production ligneuse des forêts et des terroirs agricoles. Dans le bassin de **Bamako**, ce sont 46 des 115 communes qui ont un bilan offre – demande négatif. À **Ouagadougou**, 48 des 138 communes qui font partie du bassin d'approvisionnement sont déficitaires.

Les raisons de ces déficits dans les bassins d'approvisionnement sont variables et peuvent être liées à de fortes populations rurales, ou bien à des espaces forestiers fortement dégradés à faible production ou en raison d'une forte exploitation charbonnière (bassin de Bamako).

**Deuxièmement** : les enquêtes de flux ont pu, en relevant les communes d'origine des produits bois-énergie, évaluer la demande totale dans les bassins sur un rayon 150 km, mais aussi celle hors bassins qui traduit l'impact de la demande des capitales.

**Tableau C : Les flux hors bassin (en millions de te.bf)**

<i>Villes</i>	<b>Niamey</b>	<b>Bamako</b>	<b>Ouagadougou</b>
<i>Produits</i>			
Bois de feu	0,02	0,00	0,00
Charbon	0,03	0,24	0,38

En raison des contraintes de transport, les flux hors bassin sont essentiellement constitués de charbon de bois. À Niamey, cet impact est faible. À Bamako il est de près de 240 000 te.bf, mais on reste avec un bilan très négatif. L'impact est fort quand on observe le cas de la ville de Ouagadougou où le bilan passe de 373 799 te.bf à 39 766 te.bf !<sup>26</sup>. Ce constat montre que ces deux villes vont chercher leur énergie domestique hors de leur bassin et participe à la dégradation des formations forestières situées au-delà des bassins d'approvisionnement.

### 1.5 Prix comparés du bois-énergie

**Tableau D : Prix d'achat du bois de feu et du charbon de bois en bord de route et chez les détaillants urbains (en FCFA par kg)**

<i>Villes</i>	<b>Niamey</b>		<b>Bamako</b>		<b>Ouagadougou</b>	
	<i>Produits</i>					
<i>Achats</i>	Bois de feu	Charbon de bois	Bois de feu	Charbon de bois	Bois de feu	Charbon de bois
Bord de route	16	70	11	44	11	27
Détaillants urbains	<b>39</b>	310	<b>38</b>	143	<b>39</b>	97 <sup>27</sup>

Dans les trois pays, les prix du bois de feu sont similaires et sont proches de 40 FCFA/kg en ville. Par contre, on relève des différences notables sur les prix du charbon de bois au consommateur<sup>28</sup>.

<sup>26</sup> NdE : Ici le bilan prend en compte les mesures effectuées sur les flux hors du bassin d'approvisionnement

<sup>27</sup> Il est intéressant de constater que le prix du charbon de bois est le plus bas pour Ouagadougou, qui a une préférence pour l'utilisation du GPL. Doit-on en conclure qu'une bonne pénétration du GPL contribue par la loi du marché à la réduction du prix du charbon, rendant cette activité moins lucrative pour les charbonniers ?

## Remarque :

À Niamey, en 25 ans, le prix du bois-énergie (à 95% du bois de feu) a crû de 67%, mais a été multiplié par 7 au producteur. De 1990 à 2015, c'est donc bien à une augmentation de la valeur économique du bois que l'on a assisté et donc des arbres sur pied. Les moyens de transport motorisés, camions ou camionnettes dominent largement le trafic du bois énergie, sur les trois bassins où l'on constate que les marges des commerçants transporteurs-grossistes, mais aussi détaillants restent assez stables.

## **2 La demande**

### **2.3 Les combustibles préférés**

Pour une bonne analyse de la demande, il faut prendre en compte que de nombreux ménages utilisent plusieurs types de combustibles selon l'usage concerné (repas, thé...). Ce qui conduit à utiliser le concept de « combustible principal »

À **Niamey**, le bois de feu est le combustible préféré des ménages. Il est utilisé par 54 % d'entre eux comme combustible principal. Le GPL est en seconde place avec une utilisation par 39 % des ménages comme combustible principal, le charbon de bois n'en séduisant que les 7 % restants. On peut s'attendre à une progression de l'usage du GPL.

À **Bamako**, le charbon de bois est le combustible préféré des ménages. Il est utilisé par 66 % d'entre eux comme combustible principal. Le bois de feu est en seconde place avec 32 % des ménages l'utilisant comme combustible principal. Le gaz butane est typiquement un combustible d'appoint, et il ne semble pas devoir progresser rapidement dans les années à venir.



Transport de bois pour Bamako © Claude Lebahy

À **Ouagadougou**, le GPL est le combustible préféré des 1 - eux comme combustible principal. Le charbon de bois est largement utilisé, mais avec seulement 14 % des ménages l'utilisant comme combustible principal. Le bois de feu reste très présent, mais seulement 36% des ménages l'utilisent comme combustible principal. Le GPL semble prendre l'ascendant sur les combustibles ligneux.

---

<sup>28</sup> NdE : On peut enregistrer des variations au cours de l'année, soit en raison de difficultés d'approvisionnement ou de transport, soit pour des motifs plus simplement spéculatifs.

## 2.4 La diffusion, l'efficacité et le développement des foyers

Les enquêtes réalisées auprès des ménages urbains et ruraux montrent, après 20 à 30 ans d'efforts, des résultats mitigés quant à la pénétration des foyers améliorés à bois ou à charbon de bois, quel que soit le modèle en terre, métallique ou avec enveloppe interne en terre cuite.

À **Niamey (usage préférentiel : le bois de feu)**, près de 75% des foyers à bois sont des foyers métalliques non performants, les autres sont des trois pierres. L'efficacité<sup>29</sup> moyenne d'utilisation du bois est de 20%. Le charbon de bois est peu utilisé. Dans ces conditions l'efficacité d'utilisation des énergies ligneuses reste faible, de l'ordre de 23%, ce qui laisse une marge globale d'amélioration de 5 à 7%. Cependant les progrès sont hypothétiques, car le marché des foyers améliorés est peu développé en quantité et en qualité. Deux tiers des ventes sont des foyers à bois et un tiers des foyers à charbon de bois. En **zone rurale**, la règle reste le foyer traditionnel trois pierres (pour 87% des ménages).

À **Bamako (usage préférentiel : le charbon de bois)**, près de 62% des foyers à bois sont donnés comme améliorés, dégageant une efficacité de l'utilisation du bois de 24%. Pour le charbon de bois, les deux tiers des foyers seraient améliorés. L'efficacité de l'utilisation du charbon de bois est donc relativement élevée avec un rendement de presque 30%. Globalement l'efficacité d'utilisation des énergies ligneuses est de 27%, ce qui doit servir d'exemple pour la sous-région. La vente des foyers à charbon de bois représente 54% de la vente des foyers. L'exemple du marché malien démontre qu'il est possible de faire évoluer le marché somnolent des petits ferblantiers vers un marché dynamique de produits de qualité où les acteurs gagnent mieux leur vie. En **zone rurale**, la règle reste le foyer traditionnel trois pierres (pour 91 % des ménages).

À **Ouagadougou (usage préférentiel : le GPL)**, deux tiers des ventes sont de foyers à charbon de bois et un tiers de foyers à bois, démontrant la présence croissante du charbon dans les ménages. Près de 71% des foyers à bois sont des foyers trois pierres, 21% sont améliorés et l'efficacité moyenne de l'utilisation reste faible (19%). Pour le charbon, 56% sont donnés comme améliorés et l'efficacité est bonne avec un rendement de 28%. Globalement l'efficacité d'utilisation des énergies ligneuses en ville est de 22%, ce qui laisse une marge globale d'amélioration de 5 à 7%. Le marché des foyers est bien développé sous l'impulsion de projets comme FAFASO-GIZ ou de la Banque Mondiale. La mutualisation des capacités individuelles des ferblantiers autour de plateformes de production permettant le changement d'échelle et la meilleure qualité du produit est envisagée. En **zone rurale**, la règle reste le foyer traditionnel trois pierres (pour 91% des ménages)<sup>30</sup>.

---

<sup>29</sup>NdE : L'efficacité peut être évaluée comme la proportion de l'énergie calorifique du combustible produite qui est effectivement transmise.

<sup>30</sup> Dans les trois cas de figures on doit se poser la question de quelle réponse à apporter à cette situation pour les zones rurales. Est-ce que la réintroduction des foyers en banco amélioré est faisable, souhaitable ? Quels sont les moyens d'intéressement de la femme rurale à développer et utiliser ce type de foyers ? Est-ce la lampe solaire pour remplacer la lueur du foyer, est-ce des mécanismes de crédits carbone rendant rentables l'utilisation de tels foyers pour la communauté villageoise féminine, est-ce l'éducation sur la santé et les nuisances des foyers traditionnels ?

## 2.5 Marché des équipements de Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL)

Concernant les efforts pour développer le GPL, la situation dans les trois villes montre des différences significatives.

**Tableau E : Ventes de Gaz de Pétrole Liquéfié**

<i>Villes</i>	<b>Niamey</b>	<b>Bamako</b>	<b>Ouagadougou</b>
<i>Quantités/prix</i>			
Quantité vendue par an (en milliers de tonnes)	15,0	15,8	56,7
en bouteilles de 6kg (pourcentage)	62%	86%	60%
soit, en pourcentage de la demande totale	45%	78%	46%
Prix FCFA du kg (en bouteilles de 6kg)	310	600	333

À **Niamey** le marché est quantitativement du même ordre de grandeur qu'à Bamako, mais très inférieur à celui de Ouagadougou. Les bouteilles de 6 kg sont les plus populaires en nombre (62% du total des bouteilles), mais ne couvrent que 45% de la demande. Par contre, les bouteilles de contenance 12 kg représentent 55 % du marché, ce qui souligne le fait que dans cette ville, le gaz est en passe de devenir une énergie domestique de premier choix pour la préparation des repas. Le prix du GPL y est le plus bas de la région soit 310 FCFA/kg. Le développement du marché est limité par la capacité d'investissement des sociétés de distribution pour l'achat des emballages et par celles de la mise en bouteille et du stockage. La production de gaz de la raffinerie de Zinder (SORAZ) connaît aujourd'hui des problèmes dans la régularité des livraisons. Sous réserve d'un retour à la normale, la promotion du GPL devrait être encouragée, associée à des initiatives de microcrédits à l'équipement des consommateurs.

À **Bamako**, les bouteilles de 6 kg sont les plus populaires en nombre (86% du total des bouteilles) et en termes de consommation de GPL (78% du GPL vendu), ce qui démontre son utilisation comme combustible secondaire d'appoint pour les cuissons rapides, la préparation du thé ou pour faire réchauffer les plats. Seulement 11% des bouteilles sont de 12 kg pour une part du marché de 20%. Si la réduction des prix aux consommateurs par la subvention ne peut pas être considérée comme une solution pérenne, la promotion de l'utilisation du GPL, associée à des initiatives de microcrédit à l'équipement des consommateurs et à du crédit à court terme pour les sociétés de distribution pour l'achat de bouteilles, devrait permettre une montée en puissance des ventes de GPL et la réduction des coûts de structure liés à son transport, son stockage et sa mise en bouteille.

À **Ouagadougou**, les bouteilles de 6 kg sont les plus populaires en nombre (60% du total des bouteilles), mais ne couvrent que 46% de la demande. Par contre, 33 % des bouteilles sont de 12 kg avec une part du marché de 50 %, ce qui souligne le fait que le gaz est en passe de devenir l'énergie domestique de premier choix pour la préparation des repas. Le prix du GPL est subventionné, mais depuis décembre 2015, les subventions ont été revues à la baisse et le prix au kg, pour les bouteilles de 6 kg, est passé à 400 FCFA. Cependant le marché du GPL est toujours en expansion à Ouagadougou même si, comme à Niamey et Bamako, l'une des contraintes importantes est liée à la capacité d'investissement des sociétés de distribution. Le gaz est importé et mis en bouteille par la SONABHY (monopole d'État). Cette société traverse actuellement une crise de trésorerie très aiguë, puisqu'elle a dû subir les fluctuations du prix du baril. Il faudrait un baril en dessous de 40 USD<sup>31</sup>, pour qu'elle retrouve ses capacités d'investissement et qu'elle reprenne ses prêts de court terme auprès de compagnies de distribution pour l'achat d'emballages. En fait, le premier goulot d'étranglement de diffusion à grande échelle du GPL est celui du financement du nombre de nouveaux emballages à acquérir pour développer le marché.

### **3 Perspectives**

Dans un contexte démographique qui va vers un doublement de la population des trois capitales à l'horizon 2030, la consommation de combustibles domestiques est appelée à évoluer et avoir un impact significatif sur les bilans énergétiques des trois bassins. Cet impact ira au-delà des bassins de rayon 150 km, dans la mesure où avec l'amenuisement des ressources de ces bassins, les commerçants-transporteurs vont de plus en plus aller s'approvisionner dans les territoires lointains, à 200 voire 300 km ou plus des capitales. Cette évolution peut se faire au profit du charbon de bois plus facilement transportable.

Il est possible d'anticiper et de simuler l'évolution des bilans offre - demande, par bassin à l'horizon de 2030. On peut juger de ces évolutions sur la base de plusieurs scénarios :

- sans substitution ni mesures d'économie : on peut prévoir un doublement de la consommation de bois-énergie, sans doute inférieure sur Niamey (60%) où l'accroissement de la population devrait être moindre ;
- avec un objectif d'une utilisation de 80% de foyers améliorés (bois et charbon) en 2030 : l'augmentation de la consommation de bois-énergie ne serait que de 90% sur Bamako, 78% sur Ouagadougou et 76% pour Niamey.
- **seul un développement accéléré des foyers améliorés couplé avec le développement du GPL peut permettre d'aboutir à une maîtrise de la demande qui se traduit par une quasi-stagnation en bois-énergie.**

---

<sup>31</sup> NdE : actuellement le baril est à 74 USD, mais le GPL est subventionné.

### Références bibliographiques :

Bertrand, A., 1995. Nouvelle politique forestière et marchés ruraux du bois énergie au Niger : le transfert de la gestion locale des ressources ligneuses aux communautés rurales. *In Cahiers Agricultures*, N° 4, pp. 185-193. Montrouge, France.

Delwaulle, J.-C., Roederer, Y., 1974. Le bois de feu à Niamey. *Bois et forêts des Tropiques*, N° 152, pp. 55-60. Nogent-sur-Marne, France.

D'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., 1997. Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens. John Libbey Eurotext, Paris. 271 p.

Ichaou A., 2000. Dynamique et productivité des structures forestières contractées des plateaux de l'Ouest nigérien. Thèse de doctorat Université Paul Sabatier de Toulouse III, 231p

Ichaou A., 2011. L'aménagement des brousses tigrées du Niger : modes d'inventaire, calcul des quotas et de la durée de rotation. Partie 1 : les modes d'inventaires. *In* « Kajjala, Tattali, Djekabaara » (Gestion durable et collective des forêts en langues malgache à Madagascar, haoussa au Niger et bambara au Mali). Valoriser les produits pour mieux conserver les forêts. Tome 2 : les expériences nationales (Niger et Mali). Projet GESFORCOM Gestion forestière communautaire et communale à Madagascar, au Niger et au Mali. Pierre Montagne et Alain Bertrand (coordonnateurs scientifiques).

12 p.

Madon, G., Matly, M., Bertrand, A., Laurent, D., 1985. La filière bois à Niamey. Projet forestier IDA/FAC/CCCE. SEMA-Energie – Cirad/CTFT.

Mahamane El, Montagne P. 1997. Les grands axes stratégiques du projet Energie II – volet offre pour une gestion rationnelle des écosystèmes forestiers péri-urbains au Niger. *In* d'Herbès J.M., Ambouta J.M.K., Peltier R., éd. Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens, p.155 – 167. John Libbey Eurotext, Paris.

Montagne P., Bertrand A., 2006. Histoire des politiques forestières au Niger, au Mali et à Madagascar. *In* : Bertrand Alain, Montagne Pierre, Karsenty Alain (éd.). L'état et la gestion locale durable des forêts en Afrique francophone et à Madagascar, p. 54-83. L'Harmattan, Paris.

Montagne P., Laude JP., Coulibaly A. 2017. Projet Gestion des forêts naturelles et approvisionnement durable en bois-énergie des villes du Sahel (Fonabes). Schéma directeur d'approvisionnement en combustibles domestiques de Bamako, 182 p.

Montagne P., Laude JP., Medah M. 2017. Projet Gestion des forêts naturelles et approvisionnement durable en bois-énergie des villes du Sahel (Fonabes). Schéma directeur d'approvisionnement en combustibles domestiques de Ougadougou, 208 p.

Montagne P., Laude JP., Oumarou I. 2017. Projet Gestion des forêts naturelles et approvisionnement durable en bois-énergie des villes du Sahel (Fonabes). Schéma directeur d'approvisionnement en combustibles domestiques de Niamey, 182 p.

Ostrom E., 2010. Gouvernance des biens communs : pour une nouvelle approche des ressources naturelles. De Boeck, Paris. 301 p.

Rives F., 2012. Gestion des forêts sèches à Madagascar et au Niger. Vulnérabilité et Fonctions des systèmes socio-écologiques pour comprendre les réformes forestières et leurs effets. Thèse de doctorat, Ecole doctorale Abies, AgroParis-Tech, France. 322 p.

# PRATIQUES ET TECHNOLOGIES DE CARBONISATION EN ZONE SECHE SUBSAHARIENNE

## SITUATION ET PERSPECTIVES POUR UN CHARBON PLUS DURABLE

François Pinta<sup>32</sup>

*Le présent article traite des pratiques et technologies mises en œuvre pour la production de charbon de bois à vocation énergétique en Afrique sub-saharienne. Ce charbon est utilisé pour la satisfaction des besoins de cuisson ou de chauffage par les populations locales et les restaurateurs en zone urbaine<sup>33</sup>.*

### 1. Le charbon de bois : un rôle central pour l’approvisionnement énergétique des populations des grandes villes d’Afrique sèche

Le charbon de bois et le bois de feu constituent la principale source d’énergie pour la préparation des aliments de près de trois milliards de personnes à travers le monde, qui sont majoritairement localisées dans les pays tropicaux (Mouras et al, 2015). Dans les pays en zone sèche d’Afrique sub-saharienne, le bois-énergie représente 90% de l’énergie de cuisson des aliments. La consommation moyenne de bois énergie est généralement de 1 kg par jour et par habitant en zone sèche (Projet Fonabes, 2017) tandis que dans les pays tropicaux humides où la ressource est plus abondante, elle est généralement de 1,4 kg par jour et par habitant (Projet Makala 2011).

Le charbon est le combustible principal de plus de 20% de la population urbaine des grandes villes de la CEDEAO<sup>34</sup>. C’est un combustible qui peut être produit près de la ressource et qui, à masse égale, a un pouvoir calorifique<sup>35</sup> double de celui du bois. Il est plus facile à transporter, et à stocker, et se substitue de plus en plus au bois de feu comme combustible principal des ménages (Konandji, 2013).

---

<sup>32</sup> François Pinta est chercheur en génie des procédés au Cirad. Il a servi à Ouagadougou de 2012 à 2015 au sein du Laboratoire Biomasse Energie de l’Institut International d’ingénierie de l’Eau et de l’Environnement (2IE). Il poursuit maintenant ses activités au Cirad Montpellier.

<sup>33</sup> L’article ne porte pas sur les autres types de charbon que sont le « biochar » utilisable en amendement des sols, le charbon actif utilisable en filtration/dépollution, ou le charbon produit pour servir d’agent réducteur en métallurgie, dont la production est largement minoritaire en Afrique sub-saharienne.

<sup>34</sup> Communauté économique des États de l’Afrique de l’Ouest qui compte 16 membres : Bénin, Burkina Faso, Cap-Vert, Côte d’Ivoire, Gambie, Ghana, Guinée, Guinée-Bissau, Liberia, Mali, Mauritanie (membre associé), Niger, Nigeria, Sénégal, Sierra Leone, Togo.

<sup>35</sup> Le pouvoir calorifique d’un combustible est l’énergie qu’il dégage lors de sa combustion complète. On parle habituellement de PCI (pouvoir calorifique inférieur) qui est l’énergie dégagée durant la combustion à l’air libre (sans que l’eau dégagée soit condensée). Le PCI est exprimé en kilojoules/kg.

## 1.1 Les pratiques actuelles de production du charbon de bois

Les procédés de carbonisation sont habituellement classés en trois catégories : par combustion partielle, par contact avec des gaz chauds ou par chauffage externe.

- **Par combustion partielle** : l'énergie nécessaire à la transformation est fournie par la combustion partielle du bois à carboniser. C'est le cas de la plupart des **procédés artisanaux** ainsi que de certains procédés industriels;
- **par contact avec des gaz chauds** : la chaleur provient d'un gaz chaud issu de la carbonisation, soit directement, soit par la combustion des gaz restants après la condensation des liquides pyrolygneux ; c'est le cas du four type Adam et de la plupart des procédés industriels ;
- **par chauffage externe** à partir de l'énergie de combustion d'un combustible à l'extérieur du réacteur ; c'est le cas de la première partie du cycle de carbonisation du four Adam, ainsi que de différents procédés industriels.

Aujourd'hui le mode de production largement dominant est la carbonisation traditionnelle par meule de terre au sol ou semi-enterrée. Les procédés traditionnels de carbonisation sont rudimentaires puisqu'ils sont sans dispositif d'incinération des fumées de carbonisation ni système de récupération d'énergie. Cela conduit à une mauvaise valorisation énergétique de la ressource en bois.

Dans ces procédés artisanaux, la charge de bois à carboniser est disposée à l'intérieur d'une enceinte à étanchéité contrôlable (terre pour les meules ou les fosses, brique ou métal pour les fours). L'admission de l'air nécessaire à la carbonisation est contrôlée par des ouvertures judicieusement disposées. Les fumées de pyrolyse sont soit évacuées directement dans l'atmosphère, soit traitées par condensation et/ou incinération. Le procédé est soit à tirage direct (l'admission d'air se fait à la base du four ou de la meule et les fumées sont évacuées à la partie supérieure) soit à tirage inversé (admission d'air et évacuation des fumées à la base du four ou de la meule). Dans tous les cas, le contrôle de l'admission d'air et de l'évacuation des fumées est primordial pour réguler le processus de carbonisation.



Meule à charbon au nord de Bamako © Claude Lebahy

Ces systèmes, correctement mis en œuvre, peuvent atteindre des rendements<sup>36</sup> de 20 à 30 % en masse sur base sèche (masse anhydre du bois), leur rendement chute à 12 ou 15 % dans le cas de meules mal conduites.

## 1.2 Les enjeux de l'amélioration des pratiques de carbonisation

Selon les pratiques, le bois utilisé comme matière première, et le savoir-faire du charbonnier, la production d'un kg de charbon de bois nécessite entre 3 et 10 kg équivalents bois de feu. Cela montre, s'il était encore besoin, combien l'amélioration des pratiques de carbonisation constitue un levier important de réduction de l'impact sur l'environnement et d'amélioration des conditions de vie des populations.

Les améliorations significatives de la durabilité économique, environnementale et sociale proviennent des effets, plus ou moins combinés, des cinq actions suivantes :

- l'amélioration du rendement de carbonisation qui permet de réduire les prélèvements sur la ressource en bois,
- la réduction des émissions des gaz à effet de serre ce qui réduit la contribution au réchauffement climatique,
- l'amélioration des revenus des charbonniers,
- l'amélioration des conditions de travail des charbonniers qui sont moins exposés aux fumées de carbonisation irritantes et toxiques, et qui peuvent carboniser une charge en moins de temps qu'avec la technique de la meule en terre,
- l'amélioration des conditions de travail et de la santé des utilisateurs du charbon, grâce à la réduction importante des fumées émises lors de la combustion dans les foyers domestiques et grâce à la meilleure « tenue au feu » du charbon comparativement au bois.

## 2. Amélioration des pratiques de carbonisation pour une production d'un charbon domestique plus durable

*Nous présentons ici des recommandations pour l'amélioration des pratiques de carbonisation en Afrique sèche en trois options. Une option d'amélioration progressive qui passe par l'amélioration des pratiques en meules traditionnelles grâce à la formation des opérateurs. Formation qui doit être poursuivie régulièrement (les acteurs sont renouvelés régulièrement). Ces situations sont très présentes dans les zones de production dispersées où le bois est transformé par des charbonniers travaillant de manière individuelle. Deux options plus innovantes qui passe par la mise en œuvre de fours nécessitant des investissements en équipement, soit à petite échelle, soit à l'échelle industrielle : 1) introduire la pratique de carbonisation artisanale dépolluée dans les zones ayant des ressources en bois énergie assez concentrée 2) introduire la pratique de la carbonisation industrielle dépolluée avec coproduction d'électricité verte.*

---

<sup>36</sup> Le rendement, exprimé en pourcentage (%), est le rapport entre la quantité obtenue par rapport à la quantité initiale : on définit le rendement massique quand on compare les masses de charbon produit à la masse de bois utilisée. On parle de rendement énergétique quand on compare l'énergie contenue dans le charbon produit à l'énergie qui était contenue dans le bois avant carbonisation.

## 2.1 Améliorer la meule de carbonisation traditionnelle en terre

La meule de carbonisation traditionnelle, en terre, est le mode de carbonisation le plus répandu dans le secteur de la carbonisation des pays d'Afrique sèche. En effet, ce type de four est adapté aux petits opérateurs individuels n'ayant pas les moyens financiers d'investir dans un four à enceinte métallique ou de terre cuite, et aussi lorsqu'il n'est pas possible de regrouper et transporter facilement le bois. Ce type de pratique convient bien aux charbonniers mobiles ainsi qu'aux occasionnels, car elle ne nécessite pas d'implantation fixe ni d'engagement de moyen ou long terme.

**Tableau A : Avantages et inconvénients des pratiques de carbonisation en meule en terre au sol ou semi-enterrées (d'après Schenkel et al. 1997)**

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Laisse une grande mobilité et autonomie aux charbonniers (s'implante en tout terrain).	Exige un bon savoir-faire de l'opérateur.
Les dimensions de chaque meule sont ajustables à la volonté du charbonnier.	Nécessite beaucoup de main-d'œuvre.
Se construit en matériaux locaux.	Rendement énergétique faible.
Ne nécessite pas de transport du bois.	Pollution importante par les fumées.
Nécessite un investissement financier extrêmement faible.	La qualité du charbon est variable dans un même four de carbonisation.
Carbonisation possible de gros bois sans avoir à les refendre.	Nécessite le tri des morceaux incuits et de la terre de couverture.
	Très sensibles aux aléas climatiques.

Cette meule de carbonisation peut être améliorée en respectant les différentes recommandations suivantes, dont les principales consistent à renforcer la rigueur d'exécution de différentes tâches réalisées par les charbonniers

### Recommandations :

- Avant la carbonisation elle-même : faire sécher les bois au moins un mois avant la fabrication de la meule pour diminuer le taux d'humidité jusqu'à moins de 30%. Les gros bois doivent être fendus pour faciliter le séchage et obtenir un lot de bois d'humidité homogène.
- Soigner la constitution de la meule : l'implanter sur un sol bien plat et l'orienter dans le sens du vent (le côté allumage placé sous le vent). Les bois constituant le lit doivent être bien plats, bien serrés et bien rangés, sans espace vide de manière à ne pas créer de zone de combustion préférentielle.
- Lors de l'empilement, les bois doivent être disposés en couches successives sans laisser d'espace vide. Les bois de gros diamètres doivent être positionnés au centre de la meule.

- Lors de l’habillage, l’ensemble de la meule doit être recouvert soigneusement d’herbe puis de terre pour éviter toute prise d’air incontrôlée, ce qui pourrait provoquer la combustion de charbon.
- Après l’allumage, la fumée doit être régulière et blanche. Le charbonnier doit suivre sa meule très régulièrement et piloter la carbonisation en ouvrant ou en fermant les événements avec de la terre. Une fois la cuisson bien lancée, il doit visiter la meule au minimum trois fois par jour pour vérifier qu’il n’y a pas de prise d’air. La fréquence de suivi est fonction des conditions de déroulement de la carbonisation (intensité de la chauffe, présence de vent ; nature de la terre utilisée, etc.).
- Le défournement ne doit être réalisé qu’après le refroidissement complet afin d’éviter les risques d’auto-inflammation du charbon et ne pas avoir à arroser le charbon, ce qui en réduit la qualité.
- De manière plus globale, la production du charbon de bois doit s’accompagner d’une gestion de la ressource forestière pour pérenniser l’activité génératrice de revenus des ménages des charbonniers.
- Les producteurs ont intérêt à se regrouper et vendre leur production directement dans les centres urbains plutôt que sur les sites de production afin d’augmenter leur part de revenu dans le prix de vente en ville.

Signalons aussi que la meule améliorée peut être basée sur un modèle de meule locale, aussi bien que sur l’introduction d’une variante performante comme la meule casamançaise<sup>37</sup> qui fait référence dans certaines régions d’Afrique de l’Ouest (meule recommandée par les textes législatifs au Burkina Faso par exemple). Comme on peut le comprendre à la nature des recommandations énumérées plus haut, tout type de meule locale peut être améliorée, ce qui peut en faciliter fortement l’appropriation par les opérateurs économiques, et constitue un avantage majeur pour en faciliter la dissémination.

## **2.2 Recourir au four de carbonisation artisanal fixe en brique ou en métal, en système cornue avec incinération des fumées (*kiln retort*)**

Les fours maçonnés ou métalliques à l’échelle artisanale permettent de faciliter grandement la conduite de la carbonisation et l’augmentation de la régularité de la qualité du charbon et du rendement de carbonisation. Les principaux modèles sont connus et de nombreux documents permettent d’accéder à leurs descriptions et analyses. On citera pour rappel les fours métalliques type Magnien ou Mark V qui peuvent être mobiles, les fours en briques brésiliens hémisphérique type « Rabo-quete », le four de surface type « Morado » ou le four semi-enterré type « Barabco » et autres ;

---

<sup>37</sup> La meule casamançaise est une meule traditionnelle circulaire qui se distingue par une technique particulière de rangement des bois et par une cheminée métallique. La cheminée est fabriquée localement avec des fûts de 200 litres recyclés, qui permet de bien piloter le tirage de la meule. Elle permet aussi la condensation d’une partie des fumées sous forme de goudrons qui peuvent être récupérés et utilisés pour diverses applications comme la protection des piquets contre les termites.

**Tableau B: Avantages et inconvénients des techniques de carbonisation en four métallique ou en four maçonné (adapté de Schenkel et al. 1997)**

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Meilleurs rendements de carbonisation (que les meules en terre). Conduite plus aisée. Charbon homogène et propre. Longue durée de vie du four maçonné. Carbonisation peu sensible aux aléas climatiques.	Construction nécessitant un maçon compétent. Installation fixe (prévoir frais d'approche du bois). Pollution importante. Nécessite de la maintenance périodique pour réparer les murs ou les tôles. Capacité du four fixe. Refente des gros bois à réaliser.
<u>Spécificités fours métalliques</u>	
Garde une certaine mobilité. Refroidissement plus rapide.	Usure assez rapide si la pratique en four métallique est mal maîtrisée. Investissement à renouveler plus souvent.

Bien que permettant d'améliorer le rendement de la carbonisation et de simplifier la conduite de la cuisson du bois, ces fours ne permettent pas de réduire les émissions de gaz à effet de serre par incinération des fumées contrairement aux modèles du type « four Adam ».

En effet, l'invention du four Adam aussi appelé ICPS – Improved Charcoal Production System (Adam. 2009) marque une grande amélioration. **Ce type de four artisanal amélioré, de type cornue** (chauffée par l'extérieur) permet à la fois d'améliorer le rendement de carbonisation, de réduire les rejets dans l'atmosphère de gaz à effet de serre et les émissions nocives pour la santé des personnes.

**Principaux avantages :**

Le chauffage se fait à partir d'un foyer extérieur, ce qui permet d'utiliser des combustibles impropres à la production de charbon de bois.

**La collecte et l'incinération des fumées** sont réalisées dans une chambre de combustion spécifique une fois la phase de séchage du bois à carboniser terminée.

**La chaleur générée** est utilisée en auto-alimentation du système de chauffage du four, ce qui permet d'économiser du bois de chauffage.

Le principe de fonctionnement est le suivant : un système de 2 foyers et cheminées permet de chauffer à la fois en faisant traverser la charge de bois par les fumées chaudes de la combustion dans le foyer, et en dirigeant ces fumées chaudes sous la sole du four cornu. Les fumées de carbonisation (gaz, goudrons et particules) produites à mesure que le bois chauffé sont acheminées vers une chambre de combustion séparée. Lorsque cette chambre entretient une température suffisamment élevée, les fumées de carbonisation sont brûlées avec de l'air de combustion ce qui permet de les dépolluer. Une autre caractéristique du système est de permettre de récupérer de l'énergie thermique : les fumées de combustion émises par cette chambre servent à chauffer le four de carbonisation.

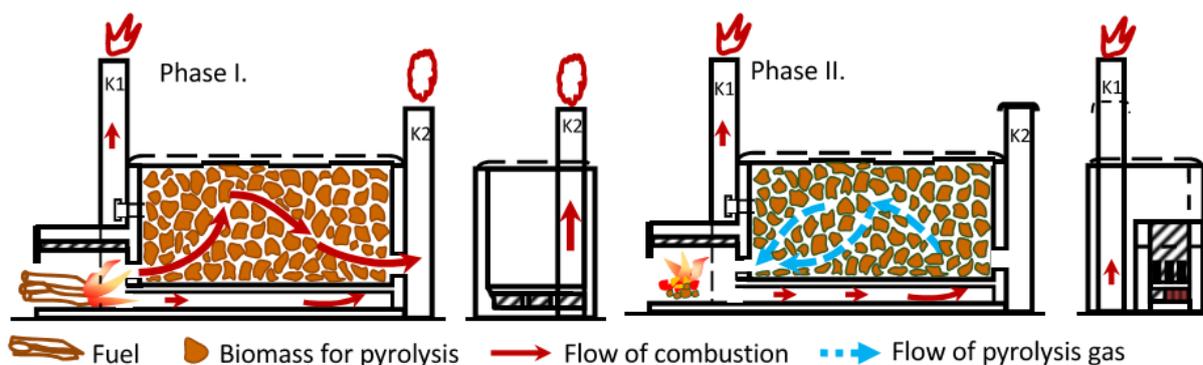


Figure 1 : Schéma du principe de fonctionnement d'un four artisanal amélioré type cornue (Mitterpach J. et al, 2014)<sup>38</sup>.

Le four Adam construit majoritairement en briques de terre cuite et métal a montré des performances intéressantes avec un rendement de carbonisation qui atteint très régulièrement 25 à 30%. Fort des premiers succès du four Adam, on a assisté à l'émergence de fours de carbonisation reprenant le même principe, mais cherchant à en améliorer sa durée de vie qui semble être le point faible de la technologie. Différents types de fours dont les modèles *Green Mad Retort* à Madagascar ou encore le « four Mindourou » qui est utilisé avec les déchets d'une usine de transformation de bois d'œuvre au Cameroun ont été développés.



four de type Adam

La littérature ne précise cependant pas encore si le besoin important en entretien et maintenance a pu être réduit par rapport au modèle de référence.

Un avantage très important de ces fours artisanaux améliorés est la réduction drastique de l'astreinte (durée de présence permanente requise pour un bon suivi de la carbonisation) contrairement aux meules traditionnelles qui requièrent une présence quasi permanente tout au long d'un processus de carbonisation. La permanence nécessaire des charbonniers auprès du four est réduite à 1 ou 2 jours seulement (selon la quantité, l'homogénéité de la granulométrie et l'humidité du bois traitée) alors que les meules traditionnelles doivent être suivies en permanence depuis l'allumage du feu, jusqu'au terme du processus de carbonisation, ce qui dure généralement entre une et plusieurs semaines selon la taille de la meule. Ensuite, le four est fermé hermétiquement et laissé à refroidir sans intervention jusqu'au défournement.

<sup>38</sup> Le schéma représente le four lors des deux phases importantes de la carbonisation. Les deux premiers croquis correspondent à la phase de combustion (latérale et frontale avant), les deux derniers croquis à la phase de pyrolyse (latérale et frontale arrière)

La quantité et la qualité du charbon produit sont régulières, contrairement aux meules en terre qui sont beaucoup plus difficiles à conduire. Cependant, cela n'est possible qu'avec une maîtrise de l'approvisionnement et de l'humidité du bois utilisé. En effet, l'eau contenue dans la matière première doit automatiquement être évaporée lors du séchage qui intervient avant la pyrolyse. Le rendement peut donc être élevé, proche de 30% en moyenne, si l'on utilise du bois sec et de dimensions homogènes. Une bonne conduite de la carbonisation avec ce type de four doit permettre de produire 1 kg de charbon de bois avec seulement 3,5 kg de bois anhydre.

Enfin, un atout majeur concerne la réduction des émissions des gaz à effet de serre : ce type « cornue » de four permet non seulement l'obtention d'un bon rendement matière, mais aussi une forte réduction des rejets dans l'atmosphère des gaz à effet de serre. Leurs émissions, exprimées par kg de charbon produit, seraient réduites d'un facteur 10 environ par rapport à l'émission avec les meules traditionnelles en terre ; cela grâce à l'incinération des fumées contenant notamment du monoxyde de carbone et du méthane. Il faut remarquer ici le manque de données précises dans la littérature technique et scientifique. La réalisation de mesures par un organisme scientifique et technique est espérée pour conforter ces informations très positives pour la lutte contre le réchauffement climatique.

### **2.3 Oser la carbonisation industrielle performante et dépolluée**

La pratique de la carbonisation industrielle peut apporter un gain de performance technique et environnementale (dépollution des rejets des fumées) considérable si les conditions de mise en œuvre sont réunies : disposer d'une ressource en bois gérée durablement et pouvoir valoriser l'énergie des fumées de carbonisation – qui représente près de 50% de l'énergie initiale du bois - pour la production de chaleur ou d'électricité.

**Une technique de carbonisation industrielle performante** peut être envisagée lorsqu'il existe une ressource de bois relativement importante (10 à 15 000 t/an) qui peut être mobilisée en gestion durable. La situation est d'autant plus intéressante que la ressource est disponible dans un périmètre géographique plus réduit pour limiter les distances de transport. Il peut s'agir d'exploitation durable de ressources forestières naturelles, comme c'est l'objectif des Schémas Directeurs d'Approvisionnement en Combustibles Domestiques (SDACD) proposés par le projet FONABES (...*NB : manque quelques mots ?* plan simple de gestion de bois énergie géographiquement concentrée) ou l'utilisation rationnelle de bois de plantations.

Les technologies industrielles de production de charbon à partir de la biomasse peuvent être différenciées suivant :

- la conception du four,
- le mode de chauffage (chauffage interne, externe ou avec recirculation des gaz de combustion des vapeurs pyrolytiques),
- la matière première utilisée (granulométrie, essences de bois, etc.).

À titre d'exemple, la technologie de carbonisation française CML est présentée ici pour illustrer le type d'installation industrielle recommandée dans la configuration d'un approvisionnement régulier de 12 à 15 000 tonnes de bois/an.

L'unité de carbonisation comprend 12 fours de production couplés à un système de dépollution par incinération des fumées. Le mélange des fumées de plusieurs fours de carbonisation qui fonctionnent à des stades d'avancement décalés dans le temps permet d'entretenir une combustion autonome. Une conception et un dimensionnement judicieux couplés à une conduite adaptée de l'installation (notamment le respect d'un rythme régulier d'allumage des fours) permet d'obtenir une très bonne dépollution conforme à la réglementation.

A partir de 15 000 t de bois à une humidité inférieure ou égale à 20%, il est possible de produire 3000 t/an de charbon commercial. La production de « fines de charbon » est de 300 t/an et l'énergie co-générée par l'incinération des fumées est de 3,6 MWh/an.

**Tableau C : Avantages et inconvénients d'un mode de production par carbonisation industrielle**

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Charbon homogène et propre.	Nécessite le transport du bois pour son regroupement et son stockage avant carbonisation.
Rendement en charbon commercial de 25 à 30%.	Nécessite d'infrastructures pour l'installation des fours, l'approvisionnement et le stockage du bois, ainsi que pour l'expédition du charbon (parcelle de quelques hectares ; aménagement de la plateforme, et des hangars, construction de la voie de circulation).
Rendement énergétique en charbon >50%.	Coût d'investissement élevé à très élevé.
Production d'énergie thermique ou électrique à partir des fumées.	Ne se conçoit qu'à l'échelle supérieure à 10 000 t de bois/an pour amortir les coûts d'investissement.
Dépollution complète des fumées de carbonisation ; réduction de la toxicité et des GES.	
Amélioration des conditions de travail des opérateurs.	
Conduite aisée, peu sensible aux aléas climatiques.	

### 3 La combustion en foyers domestiques ou artisanaux améliorés

Dans la plupart des pays d'Afrique sèche, les équipements utilisés pour la préparation des aliments sont nombreux : le foyer trois pierres est le plus courant et est utilisé avec du bois de feu. Pour utiliser le charbon de bois, les foyers en terre et les foyers métalliques sont les plus fréquents. De nombreuses initiatives ont visé depuis plusieurs décennies à diffuser la production et l'utilisation de foyers améliorés afin de réduire la consommation de bois et de charbon de bois.

Il existe une grande diversité de foyers améliorés (suivant le matériau de construction, la forme et les dimensions) dépendant de la culture locale. Les améliorations de la combustion et du rendement énergétique de ces foyers suivent principalement quatre principes :

- fermeture du foyer (sur trois côtés au moins) pour limiter les pertes énergétiques ;
- ajustement du récipient de cuisson à l'ouverture du foyer pour récupérer le maximum de chaleur ;
- possibilité d'avoir plusieurs ouvertures pour les casseroles (jusque quatre à cinq) au-dessus d'un même foyer pour cuisiner plusieurs plats simultanément, ce qui augmente le rendement théorique ;
- construction avec des matériaux locaux peu onéreux, avec une bonne durée de vie.

La caractérisation des performances des foyers améliorés dans différentes conditions d'utilisation (type de cuisson, type de biomasse, etc.) est indispensable afin d'évaluer rigoureusement leurs performances énergétiques et environnementales et d'améliorer leur conception. On observe souvent un gain moyen du rendement énergétique de 15 à 30 % pour un foyer à bois et de 30 à 50 % pour les foyers améliorés à charbon les plus performants. Les économies de carbone obtenues grâce aux foyers améliorés peuvent être comptabilisées pour le « marché réglementé du carbone » selon la méthodologie du mécanisme de développement propre (MDP) ou par un standard du marché volontaire par exemple le *Voluntary Gold Standard* ou le *Voluntary Carbon Standard*.

Dans un foyer à charbon de bois, l'énergie thermique est surtout transférée au récipient de cuisson par les radiations des braises incandescentes. C'est donc très différent du foyer à bois dans lequel la chaleur est surtout transmise par le contact des flammes et des fumées avec le récipient à chauffer, ce qui n'est pas performant. Le foyer trois pierres à bois est le modèle le plus fréquent chez les ménages des pays du Sud, mais seulement 5 à 8 % de l'énergie du bois est transféré au récipient de cuisson. Pour les foyers à charbon, le rendement énergétique est généralement de 25 à 35 %, mais le rendement énergétique de la carbonisation au préalable doit également être pris en compte : s'il est de 50%, le rendement ramené sur bois est de 12,5 à 17,5%. Dans un foyer à charbon, il est nécessaire que le récipient soit très proche des braises de charbon ; et que la configuration du couple foyer-marmite limite le plus possible les pertes par convection (limiter l'espace de passage de l'air chaud et protéger la marmite du vent latéral).

De nombreuses ONG placent leurs efforts dans l'amélioration et la promotion de foyers à charbon de bois de type foyer maçonné qui, lorsqu'ils sont bien conçus, permettent à la fois de concentrer la chaleur au niveau du récipient, de limiter fortement les déperditions par convection dues aux vents, et de durer longtemps s'ils ont été bien construits. Enfin, signalons que certains foyers à bois ou à charbon de bois de grande capacité (foyers d'activités artisanales) sont adaptés à des besoins tels que la cuisine collective, le chauffage des graines de palme avant l'extraction de l'huile, la préparation de bière locale ou dolo en Afrique de l'Ouest, etc., et peuvent aussi bénéficier des améliorations de conception et de performance.

## 4 Conclusion

Cet article a rappelé les pratiques de carbonisation les plus courantes et les principales améliorations techniques possibles pour l’approvisionnement des grandes villes des pays d’Afrique sèche. Il a permis de dégager trois axes suivants d’amélioration pour développer une production plus durable, parmi lesquels on retiendra :

- 1) la formation des opérateurs aux techniques améliorées dans la préparation du bois, la construction de la meule et la conduite de la carbonisation ;
- 2) la promotion du regroupement des acteurs du secteur de la carbonisation en groupements de producteurs de charbon de bois ou en coopératives ;
- 3) la promotion de pratiques de carbonisation plus performantes : meules de carbonisation améliorées (améliorer l’outil de production) afin d’augmenter le rendement énergétique et les revenus des producteurs ; fours de carbonisation fixes efficaces et qui permettent la dépollution des fumées de carbonisation :
  - fours cornus artisanaux type Adam (et modèles dérivés) avec incinération partielle des fumées et récupération de chaleur,
  - fours industriels avec dépollution complète des fumées, et production concomitante, en plus du charbon, de chaleur (séchage, process thermique, etc.) ou d’électricité.

**Tableau D : Atouts et inconvénients pour trois pratiques de carbonisation performantes**

	Technique de carbonisation		
	Meule en terre améliorée	Four artisanal type Adam et dérivé	Four industriel
<b>Consommation de bois</b>	-	++	+++
<b>Dépollution des fumées de carbonisation</b>	---	+	+++
<b>Montant des investissements financiers nécessaires</b>	+++	+	---
<b>Constructibilité locale du four</b>	+++	+	-
<b>Besoin en transport du bois</b>	++	-	---
<b>Pénibilité du travail</b>	---	++	+++

D’importants progrès techniques concernant la filière bois-énergie sont donc possibles et souhaitables. La mise en œuvre des pratiques améliorées permettraient aujourd’hui de répondre au triple défi :

- (i) réduire le besoin en bois (pour une même production de charbon) et favoriser ainsi le respect des critères de gestion durable lors du prélèvement dans les espaces boisés ;
- (ii) maintenir l’approvisionnement en charbon de bois des populations, forme d’énergie répondant aux besoins dans les grandes villes,
- (iii) mieux respecter l’environnement à l’échelle globale par la suppression ou la réduction drastique des émissions de GES lors de l’étape de carbonisation.

Mais dans des régions où les États sont faibles, disposent de peu de moyens, et font face à de nombreuses priorités et urgences, il est peu probable que les efforts de formation, de contrôle, de réorganisation et de modernisation des filières puissent être, comme par miracle, à la hauteur des défis. Pour le moins, l'affaire est délicate. D'autant que les difficultés et les obstacles vont s'accumuler sous l'effet de deux évolutions très contraignantes : l'accroissement démographique et les effets mal maîtrisés et peu prévisibles des changements climatiques.

L'évolution inquiétante des espaces boisés, aujourd'hui surexploités le plus souvent de manière illégale, ce qui favorise leur dégradation, et réduits sous la pression d'une agriculture à la recherche de terres cultivables, ne doit pas être considéré comme inéluctable. Ne pas prendre conscience du caractère critique de cette évolution serait irresponsable. D'autant que le couple dégradation et déforestation générera des problèmes extrêmes.

En même temps, il convient de ne pas s'abuser, le bois-énergie restera pour longtemps en usage pour satisfaire les besoins en énergie domestique des populations d'Afrique sub-saharienne. Mobiliser les moyens de répondre proprement aux défis actuels est sans doute la meilleure façon de préparer l'avenir. Mettre en œuvre les progrès techniques dans l'étape de carbonisation est un de ces moyens concrets pour agir.

## Références bibliographiques :

1. **Mouras S., Pinta F., Girard P.**, 2015. La valorisation énergétique du bois et des biomasses lignocellulosiques. In : Mille Gilles (ed.), Louppe Dominique (ed.). *Mémento du forestier tropical*. Versailles : Ed. Quae, p. 1004-1037.
2. **Pinta F., Dubiez E., Kalala D., Volle G., Louppe D.**, 2013. Amélioration de la carbonisation en meule traditionnelle. In : Marien Jean-Noël, Dubiez Emilien, Louppe Dominique, Larzillière Adélaïde. *Quand la ville mange la forêt : Les défis du bois-énergie en Afrique centrale*. Versailles : Ed. Quae, p. 95-106.
3. **Projet FONABES**, 2017. Schéma directeur d'approvisionnement en combustibles domestiques de Bamako. [http://www.fonabes.org/Composante1a\\_bamako.html](http://www.fonabes.org/Composante1a_bamako.html); De Ouagadougou. [http://www.fonabes.org/Composante1a\\_Ouagadougou.html](http://www.fonabes.org/Composante1a_Ouagadougou.html) De Niamey. [http://www.fonabes.org/Composante1a\\_niamey.html](http://www.fonabes.org/Composante1a_niamey.html);
4. **Konandji H.**, 2013. Les combustibles domestiques dans les pays de la CEDEAO ; Présentation à l'Atelier WACCA à Ouagadougou. ECREE. 18p
5. **Tanoh S., Blin J., Pinta F., Kpai N., Collin J.**, 2013. Plateforme R&D foyers améliorés Caractérisation et optimisation des performances énergétiques des foyers améliorés et analyses des émissions de gaz lors de la cuisson. In : Voron Anaïs (ed.), Hanff Elodie (ed.), Semporé Francis (ed.), Yacouba Hamma (ed.), Karambiri Harouna (ed.), Niedzialkowski Johanna (ed.). *Mettre science et technologie au service des entreprises*. Ouagadougou : Editions Sud Sciences et Technologies, p. 17-20.
6. **Benoist A., Rodrigues Colossi B., Pinta F., Volle G.**, 2011. Life Cycle Assessment (LCA) of traditional charcoal production in Madagascar. In : Montpellier SupAgro ; CEMAGREF. *EcoTech and Tools, Environmental and Integrated Assessment of Complex Systems Conference, Montpellier, France, 30th November to 2nd December 2011*. s.l. : s.n., p. 113-114.
7. **Girard P., Pinta F., Vergnet A.M.**, 1996. Environmental impact of charcoal manufacture. In : Bridgewater A.V., Hogan E.N. *Bio-Oil : production and utilisation*. s.l. : CPL Press, 15 p. Eu-Canada workshop on thermal biomass processing. 2.
8. **Girard P., Pinta F., Vergnet L.**, 1994. Profession charbonnier, bientôt un métier propre. *Bois National* : p. 23-29.
9. **Dossou K.**, 2014. Les technologies à haute performance énergétique : La carbonisation efficace en Afrique de l'Ouest – Fiche technique PRISME n° 9. Ed. IFDD - Institut de la francophonie pour le développement rural. 8 p.
10. **Schenkel. Y.** et al., Evaluation de la technique de carbonisation en meule, In *Biotechnol. Agron. Soc. Envir.* 1997, I, pp.113-124.
11. **Mitterpach J., Adam C., Samesova D.**, 2014. Aspects of eco-design when designing a retort with decrease emissions in the production of biochar. *Advanced Materials Research* N° 1001, pp.3-14.

## 2 – Les actualités de l’AFT

### Dernièrement :

**7 juin 2018**

- Tenue du séminaire organisée par l’AFT « la certification forestière dans le bassin du Congo » à l’Académie d’Agriculture à Paris.

Un résumé des interventions vous sera fait dans un prochain numéro des Feuilles du Flamboyant

**19 juin 2018**

- Réunion du CA de l’AFT

### A venir :

**Du 5 au 9  
septembre 2018**

- Rencontre annuelle des membres de l’AFT à Saint-Lary –Soulan (Hautes-Pyrénées)

### ASSOCIATION DES FORESTIERS TROPICAUX ET D’AFRIQUE DU NORD

Campus international en agro-sciences pour le développement, 42 rue Scheffer 75116 Paris

#### Communiqué de presse

25 juin 2018

#### *Certification forestière et attestation de la légalité des bois en Afrique centrale*

Quels sont les moyens les plus efficaces pour assurer un développement forestier durable dans les pays tropicaux ? Ce sujet d’une importance majeure pour l’avenir des forêts dans ces régions du monde, était à l’ordre du jour d’un **séminaire** organisé par l’**Association des Forestiers Tropicaux et d’Afrique du Nord (AFT)\*** qui s’est tenu le **7 juin** à l’Académie d’agriculture de France à Paris.

Alors que les deux systèmes de certification forestière FSC et PEFC, issus des associations de protection de l’environnement pour le premier, et des groupements de forestiers pour le second, visent à garantir la bonne gestion des forêts et sa durabilité, les dispositifs mis en place par l’Union Européenne, les accords de partenariat volontaires (APV), les autorisations FLEGT (« pour l’application des réglementations forestières, la gouvernance et les échanges commerciaux ») et le RBUE (Règlement sur le Bois de l’Union Européenne), ont pour objet de s’assurer de l’origine légale des bois importés en Europe. Ces deux approches qui pourraient être complémentaires semblent, dans la pratique, se faire concurrence, l’obligation de « diligence raisonnée » faite aux importateurs de bois par le RBUE pour l’accès au marché européen étant considérée par les opérateurs comme suffisante pour rassurer les consommateurs, la certification FSC ou PEFC apparaissant superflue ou utile seulement pour quelques marchés de niche.

Pourtant, quand les pouvoirs publics sont défaillants, la certification apporte des garanties que les entreprises respectent les normes légales, et n’en trahissent pas l’esprit en jouant sur les failles des règlements. En outre, l’exigence d’« amélioration continue » portée par la certification pousse les entreprises à aller plus loin dans la recherche de la durabilité et dans la mise en œuvre de plans d’aménagement de bonne qualité que ne le demande le seul cadre réglementaire.

Enfin, la position dominante acquise par les exploitants forestiers asiatiques bouleverse également la donne, ceux-ci n’étant pas, dans l’ensemble, intéressés par une certification qui ne leur donnera pas d’avantage de prix sur leurs marchés d’exportation.

Les personnalités présentes au séminaire, tous acteurs directs ou indirects de l’exploitation forestière dans les pays du Bassin du Congo, exploitants, certificateurs, négociants, organisations publiques ou non gouvernementales intervenant dans ces pays\*\* (voir liste plus loin), ayant tous une expérience des processus de certification ou d’obtention des autorisations d’importer de l’UE, ont admis que la certification n’avait pas enrayé la déforestation, mais ils se sont accordés pour reconnaître à celle-ci le mérite d’avoir introduit de nouvelles pratiques conduisant peu à peu à une amélioration du respect de la biodiversité, de la durabilité de la gestion, et des conditions de travail en forêt. L’ancienneté de l’implantation des équipes de certification et de contrôle en ont fait par ailleurs des interlocuteurs à la fois fiables et compétents. Ils ont aussi relevé que le

RBUE mise sur des procédures documentaires formelles dont la fiabilité peut être limitée dans un contexte de corruption rampante qui affecte certains pays exportateurs.

L'Association des Forestiers Tropicaux et d'Afrique du Nord propose plusieurs pistes qui permettraient de convaincre plus d'opérateurs au respect à la fois des règles de gestion durable et de celles de la légalité :

- **au niveau de l'union Européenne, et des autorités françaises en particulier, que celles-ci reconnaissent les certifications FSC ou PEFC comme incluant la notion de légalité des bois importés, et facilitent d'autant l'obtention de leur label RBUE ;**

- **au niveau des Etats d'Afrique centrale, qu'ils encouragent les concessionnaires forestiers à adopter une certification de « bonne gestion forestière » en leur accordant des incitations fiscales** (lesquelles pourraient être compensées par des transferts de la communauté internationale pour ne pas diminuer leurs recettes budgétaires); les coûts des audits de certification pourraient être alors **mutualisés** en constituant un fonds abondé par une partie des taxes forestières ;

- **au niveau des partenaires du développement**, qu'ils renforcent leur soutien aux pays producteurs pour **aider les petits producteurs de bois d'œuvre à entrer dans un cadre légal, et appuient les concessions communautaires ou communales dans l'obtention des certifications de bonne gestion forestière**, en s'inspirant des nombreux exemples de certification de forêts communautaires en Amérique centrale.

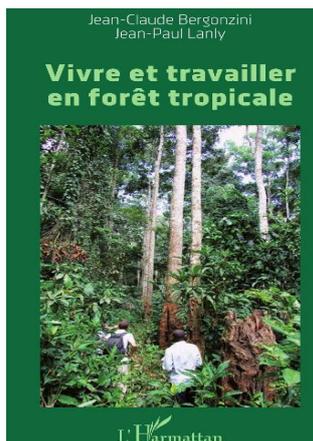
**Contact presse AFT** : Alain Karsenty (tél.: 0672884703)

**\* *Qui sommes-nous ?***

*L'AFT est une association française de la loi de 1901 créée en 2000, strictement indépendante, réunissant des personnes exerçant ou ayant exercé, à quelque titre que ce soit, une activité dans les domaines de la recherche, de la gestion ou de la protection des formations forestières, de la faune, ou des eaux continentales dans l'espace intertropical et en Afrique du Nord, et des personnes intéressées par ces actions. Son principal objectif est de soutenir les actions de foresterie durable dans le développement économique et humain des pays en développement.*

**\*\*** Agence Française de Développement (AFD),  
Association Française des Eaux et Forêts (AFEF),  
Association Technique Internationale de Bois Tropicaux (ATIBT),  
FSC Bassin du Congo,  
GIP ECOFOR,  
Institut européen de la forêt (EFI),  
Le Bois International,  
Le Commerce du Bois (LCB),  
Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (MAA),  
Ministère de l'Europe et des Affaires Etrangères (MEAE),  
Office National des Forêts International (ONFI),  
PEFC France.

## 4 - Des lectures à offrir



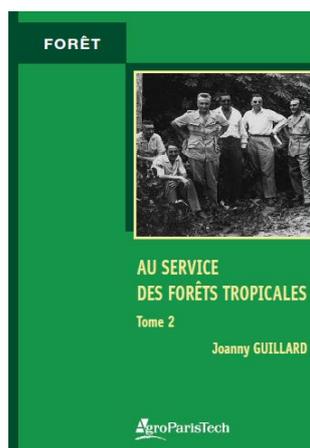
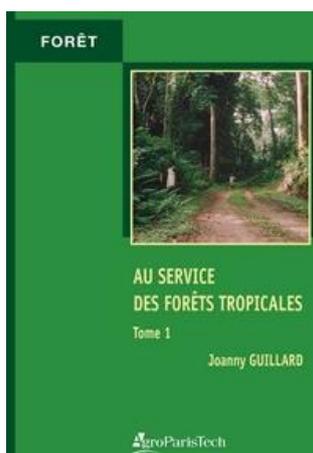
### « Vivre et travailler en forêt tropicale »

Collection de témoignages dirigées par

Jean-Claude Bergonzini

Jean-Paul Lanly

*Editions L'Harmattan*

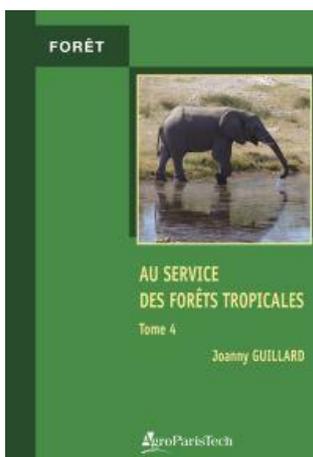


### « Au service des forêts tropicales - Tome 1 »

### « Au service des forêts tropicales - Tome 2 »

Ouvrage écrit par Joanny Guillard

*Editions Agro Paris Tech*



### « Au service des forêts tropicales - Tome 4 »

Ouvrage écrit par Joanny Guillard

*Editions Agro Paris Tech*

**N.B. : tome 3 à paraître**

Pour toute commande par les adhérents de l'AFT, s'adresser à l'AFT pour bénéficier d'une réduction sur ces ouvrages.

**Association des Forestiers Tropicaux et d'Afrique du Nord (AFT)**

**s/c M. Jean-Paul Lanly**

**42 rue Albert Thomas**

**75010 - Paris**

## 5 - Des lectures en perspectives

L'AFT prévoit la rédaction des deux ouvrages de témoignages de forestiers tropicaux ci-après présentés :

Livre de témoignages forestiers franco-maghrébins (en coopération avec l'Association Internationale Forêts méditerranéennes, AIFM)

Le concept du livre « Vivre et travailler en forêt tropicale », c'est-à-dire d'un recueil de témoignages de forestiers sur leur vécu professionnel, est appliqué cette fois-ci aux trois pays d'Afrique du Nord.

Une « feuille de route » commune a été mise au point prévoyant deux coordonnateurs pour chacun des trois pays, un national et un français (J.-C. Guérin pour le Maroc, O. Soulères pour la Tunisie et J.-P. Lanly pour l'Algérie) chargé de rassembler les contributions de leurs compatriotes. Les textes des témoignages français sont presque tous prêts : 6 pour l'Algérie (dont une de B. Vannièr), 7 pour le Maroc (dont une de J.-C. Guérin et une de G. Illy) et 4 pour la Tunisie (dont une de J.-G. Bertault).

Contenu ciblé :

- Introduction générale technico-historique sur la foresterie en Afrique du Nord coordonnée par J.-P. Lanly.
- Témoignages des forestiers nationaux et français

**Publication prévue début 2019**

Deuxième volume de témoignages tropicaux (Vivre et travailler en forêt tropicale – tome 2 )

Olivier Soulères coordonne la préparation de ce nouveau livre qui en est à son tout début.

Une quinzaine de forestiers français se sont déclarés volontaires pour y contribuer avec pour objectif un panachage avec des témoignages d'auteurs de pays tropicaux

**Merci de vos suggestions**

## 6 – Venez nous rejoindre



### **A**ssociation des **F**orestiers **T**ropicaux et d'Afrique du Nord (AFT)

(association de droit français, loi de 1901, reconnue d'intérêt général)

#### Préambule

La diversité des forêts françaises (océaniques et continentales, de plaine et de montagne, tempérées, méditerranéennes et tropicales), et la coopération ancienne et toujours active entre la France et les autres pays francophones dans le domaine forestier, appellent à un renforcement des liens et échanges entre les acteurs concernés au sein de la société civile - gestionnaires et chercheurs en matière de forêts, autres espaces boisés et questions connexes dans les régions chaudes (agro-forestiers, écologues, pisciculteurs, spécialistes de la faune et de la chasse,...), et avec tous ceux et celles intéressés par la gestion durable des ressources naturelles dans ces régions; et à la transmission de leurs expériences aux générations futures.

#### Objectifs de l'association

L'**Association des Forestiers Tropicaux et d'Afrique du Nord**, créée en grande partie en 2000 par un certain nombre d'anciens Ingénieurs des Eaux et Forêts de la France d'Outre-Mer, et qui s'est depuis progressivement rajeunie et diversifiée, a le double objectif:

- **de regrouper les personnes exerçant ou ayant exercé**, à quel titre que ce soit, une activité dans le domaine de la recherche, de la gestion ou de la protection des formations forestières, de la faune et des eaux continentales **dans l'espace intertropical et en Afrique du Nord**, et plus généralement celles qui sont intéressées par ces actions ; et de promouvoir entre elles liens et échanges scientifiques et techniques ;
- **d'apporter leur entier concours aux organisations nationales et internationales, publiques et privées**, et leur participation à la **formulation, la réalisation ou l'évaluation des programmes de développement économique et humain** dans leur domaine de leur compétence.

#### Actuellement

En coopération avec d'autres organisations actives dans les mêmes domaines, l'**Association des Forestiers Tropicaux et d'Afrique du Nord** :

- **structure et archive l'expérience de ses membres**, sous la forme de recueils publiés de témoignages sur leur vécu professionnel ;
- **diffuse en ligne différents points de vue sur des sujets variés de foresterie tropicale** (certification/légalité des bois, agroforesterie, ...) ;
- envisage de **produire des supports de formation** pour transmettre leurs expériences aux futures générations de forestiers.

L'**Association des Forestiers Tropicaux et d'Afrique du Nord** invite chacun de vous, ayant un intérêt pour la foresterie et les questions connexes dans les régions chaudes, à la rejoindre, y adhérer et ainsi consolider et transmettre votre expérience aux futures générations; et vous remercie à l'avance de la faire connaître dans votre entourage.

**Association des Forestiers Tropicaux et d'Afrique du Nord**  
**(association de droit français, loi de 1901, reconnue d'intérêt général)**

\*\*\*

**Bulletin d'adhésion**

La cotisation de base est fixée à 30 € pour l'année 2018

<b>Nom</b>	
<b>Prénom</b>	
<b>Adresse</b>	
<b>Code Postal</b>	
<b>Ville</b>	
<b>Téléphone</b>	
<b>Pays</b>	
<b>Email</b>	@
<b>Statut professionnel actuel</b>	
<b>Pays de séjour ou de missions tropicales</b>	

Reconnait avoir pris connaissance des statuts de l'Association des Forestiers Tropicaux et d'Afrique du Nord et soumet son adhésion au Bureau de l'Association.

Autorise la diffusion de son mail aux autres adhérents de l'association

**Fait à** \_\_\_\_\_ , **le** \_\_\_\_\_

**Signature :**

Merci d'adresser ce formulaire accompagné de son règlement par chèque (30 €) au nom de l'association de l'Association des Forestiers Tropicaux à l'adresse suivante :

**Association des Forestiers Tropicaux et d'Afrique du Nord (AFT)**  
s/c

**M. Jean-Paul Lanly**  
**42 rue Albert Thomas**  
**75010 - Paris**  
**Mél : jean-paul.lanly@orange.fr**