

# Production de bois-énergie en zone subtropicale

Laurent Minguet

Juillet 2007



## **Table des matières**

### Résumé

1. Introduction
2. Biomasse en zone subtropicale
3. Culture de bois-énergie en Afrique
4. Intérêt de la sylviculture contre la désertification
5. Utilisation de bois pour la production d'électricité
6. Utilisation de bois pour la production de charbon de bois
7. Utilisation de bois pour l'exportation vers l'Europe
8. Comparaison des potentiels européens et subtropicaux
9. Bénéfices mutuels
10. Potentiel du marché du bois-énergie en Afrique

### Bibliographie

## Résumé

Le défi climatique – et donc énergétique – que le monde affronte aujourd’hui offre une gigantesque opportunité de développement économique et humain aux régions subtropicales, véritable gisement renouvelable d’énergie et de matériau trop souvent géré de manière anarchique. Or la production naturelle de bois des forêts subtropicales et équatoriales dans le monde correspond chaque année à la moitié de l’énergie primaire mondiale.

Ce rapport entend démontrer qu’une sylviculture durable labellisée FSC, sans recours aux OGM, sans intrants, engrais ni pesticides, permettrait à la fois de lutter contre la désertification, de produire du charbon de bois et de l’électricité durable pour les autochtones, et d’exporter du bois-énergie en Europe selon les termes d’un nouveau commerce équitable Nord-Sud bénéficiant largement aux deux parties.

La Casamance, au Sénégal, pourrait constituer une excellente zone pilote. Vu la facture pétrolière actuelle du Sénégal, de nouvelles centrales électriques au bois permettant de subvenir aux besoins présents du Sénégal seraient rentabilisées en 6 ou 7 ans à peine.

Un commerce équitable Nord-Sud pourrait également se développer si le prix d’achat de bois sec subtropical s’établissait entre 20 € et 30 € la tonne, soit un prix rendu (transport par bateau inclus) de 45 € à 60 €. Un tel prix resterait très compétitif sur un marché européen, où la tonne de biomasse se négocie aujourd’hui entre 70 € et 90 €. A ce prix, les exploitants pourraient compter sur des revenus annuels bruts d’environ 400 € à 500 € par ha (contre actuellement 100 €/ha pour la culture de riz), et probablement davantage dans le futur.

Pour équilibrer la balance commerciale, l’Europe et l’Afrique auraient tout intérêt à pratiquer ce commerce dans le cadre d’un plan “ bois contre nourriture ”. En échangeant par exemple 1 tonne de blé européen contre 2 tonnes de bois africain, abstraction faite du transport, les Africains obtiendraient 10 tonnes de céréales et les Européens 20 tonnes de bois à l’hectare exploité localement. Soit de 3 à 10 fois plus que les rendements actuels pour chacune des deux parties.

Le potentiel de marché pour les pays africains concernés s’élève à 1,6 Gtep, soit 100 à 150 milliards d’euros par an – sans compter les économies sur les importations de pétrole. Un montant deux à trois fois supérieur à toutes les exportations actuelles de tous les pays concernés du Golfe de Guinée et d’Afrique centrale. Les emplois et la richesse générés par ces activités permettraient de lutter efficacement contre la misère et les tensions des zones pauvres, à condition que l’Europe participe au développement des infrastructures de transports et de production d’énergie.

## 1. Introduction

Les conditions climatiques naturelles des zones subtropicales constituent un véritable gisement renouvelable d'énergie et de matériau. Cependant, ce gisement est trop souvent géré de manière anarchique. Dans de nombreux cas, l'exploitation sauvage des forêts naturelles entraîne un cortège de nuisances sociales et environnementales.

Pourtant, une sylviculture durable permettrait de fournir toute l'énergie locale nécessaire à la production d'électricité et à la cuisson des aliments.

Les rendements et les surfaces de certains pays comme le Congo, l'Angola, le Cameroun, les pays du golfe de Guinée... sont tels que ceux-ci pourraient même exporter leur surplus vers le continent Européen à la recherche d'une énergie renouvelable et respectueuse de l'environnement.

## 2. Biomasse en zone subtropicale

Sur la planète, les zones subtropicales s'étendent sur 900 millions d'hectares (Mha) de forêts denses humides principalement entre 15° de latitudes sud et nord où la pluviosité dépasse 1000 mm par an. La productivité moyenne y est de 23 tonnes de bois par ha soit environ 14 tonnes de matière sèche. Elle peut être nettement supérieure, jusqu'à 30 tonnes de matière sèche par ha. Ceci découle de l'humidité importante et d'un ensoleillement de 2500 kWh/m<sup>2</sup>/an bien réparti entre la période hivernale et estivale. La température moyenne est élevée et moins variable qu'en zone tempérée.

La production naturelle de bois des forêts subtropicales et équatoriales dans le monde est donc d'environ **12,6** milliards de tonnes (12,6 Gt) soit plus de 5 milliards de tonnes équivalent pétrole (5 Gtep), **soit la moitié de l'énergie primaire mondiale.**

## 3. Culture de bois-énergie en Afrique

30% des forêts subtropicales sont situées en Afrique, soit une production annuelle de **1,6 Gtep** autant que toute l'énergie primaire consommée actuellement en Europe.

La culture du bois-énergie doit respecter les conditions du développement durable. Pour cela, il faut planter des variétés légumineuses comme l'acacia (c'est-à-dire des variétés qui fixent l'azote atmosphérique pour le transformer en nitrate) avec des espèces non légumineuses à croissance rapide comme l'eucalyptus. De cette manière, le sol se structure et s'enrichit au lieu de s'appauvrir.

Pour entretenir l'humus, une fraction de la structure organique doit être réintroduite dans le sol. Il s'agit ici des fractions non valorisables sur le plan énergétique comme les feuilles et les branchages.

Il n'est évidemment ni nécessaire ni souhaitable de recourir à des espèces OGM. Les espèces locales sont déjà largement productives et il n'y a guère d'intérêt à rechercher à augmenter davantage la productivité par hectare tant celle-ci est déjà satisfaisante.

La récolte se pratique tous les 3 à 4 ans. L'arbre est coupé à 50 cm du sol. Il repoussera plusieurs fois ce qui évite de le replanter et permet de maintenir le système racinaire qui préserve le sol de la désertification.

Afin de garantir les règles d'un développement durable, il faut **imposer le label FSC** aux exploitations privées ou publiques qui fourniraient le bois.

Dans une telle culture, on peut compter sur un rendement net de **30 tonnes de bois par ha** (40 % humidité)

La saison sèche qui s'étend de novembre à mai permet de sécher naturellement le bois pour réduire son humidité de 40 % à 15 % environ afin de minimiser le transport d'eau.

La production de bois est relativement peu sensible aux variations climatiques, aux insectes et aux maladies contrairement à beaucoup de produits agricoles. Sa récolte ne requiert pas d'outils sophistiqués ou fort coûteux. La culture n'a pas besoin d'intrants, d'engrais, de pesticides. Tout au plus, on veillera à maintenir les taux de matières minérales des sols. Comme celles-ci se retrouvent dans les cendres, il est possible de réintroduire celles-ci dans les sols. Une main-d'œuvre peu qualifiée et décentralisée est suffisante.

Dans les grandes plantations brésiliennes, fortement mécanisées, on compte un travailleur pour 40 ha. Mais on peut également privilégier la main-d'œuvre et gérer une exploitation de 100 ha avec une dizaine de travailleurs. C'est un choix.

#### **4. Intérêt de la sylviculture contre la désertification**

Dans des pays subtropicaux comme le Togo où une trop forte densité de population a provoqué la disparition de vastes étendues de forêts, la sylviculture permet le reboisement dans la mesure où la culture par rotation pluriannuelle maintient une forêt permanente sur la majorité de la surface exploitée.

De plus, les plantations de bois-énergie permettent de pratiquer l'agroforesterie traditionnelle en comptant des arachides ou du mil entre les rangées d'arbres, par exemple. L'agroforesterie évite aussi l'usage de la culture sur brûlis, responsable de l'appauvrissement des sols et de la désertification quand elle est pratiquée de manière trop intensive. Cette culture présente l'inconvénient de

détruire les nitrates indispensables à la croissance des plantes ce qui explique en partie les faibles rendements pour les cultures de riz, par exemple.

Ces nouvelles forêts artificielles permettent la stabilisation des sols et de leur couche arable tout en luttant contre la sécheresse.

## **5. Utilisation de bois pour la production d'électricité**

Le bois peut facilement être broyé en plaquettes afin d'alimenter une chaudière industrielle de 1MW à 20MW pour produire de la vapeur. Une turbine produit alors de l'électricité avec un rendement compris entre 15 % et 30 %.

Une tonne de bois contient environ 5 MWh de chaleur. Elle peut ainsi fournir plus d' 1 MWh d'électricité.

Par exemple, le Sénégal consomme actuellement environ 1,8 millions de MWh électriques par an produits quasi uniquement à partir de pétrole pour une facture énergétique de près de 200 M€.

1,8 millions de tonnes de bois pourraient se substituer à ce combustible moyennant la mise en œuvre de 60.000 ha seulement sur les 6 millions que compte la Casamance. 6.000 personnes environ seraient employées par cette nouvelle activité.

Les centrales électriques au bois coûtent environ 2,25 M€ par MW de puissance. 600 MW seraient nécessaires pour subvenir aux besoins actuels du Sénégal soit un investissement global de 1.350 M€ qui serait rentabilisé en 6 ou 7 ans compte tenu de la facture pétrolière actuelle.

La Casamance aujourd'hui pacifiée pourrait constituer une excellente zone pilote. En effet, sa capitale Ziguinchor est entourée de vastes zones forestières inexploitées. Sa nappe phréatique comprise entre 5 mètres et 20 mètres de profondeur ne varie pas grâce à une pluviosité comprise entre 1100 mm et 1600 mm par an. Le relief est plat, la terre riche. Le service des eaux et forêts dispose de compétence locale désireuse de voir le développement de la sylviculture et de l'agriculture pour faire travailler une population appauvrie par 20 ans de conflits. Le port de Ziguinchor permet le transport de pondéreux jusqu'à Dakar. La présence d'un aéroport international à Cap Skirring, situé à moins de 70 km sur la côte, facilite les visites des partenaires étrangers.

Des scénarios semblables pourraient être élaborés dans tous les pays d'Afrique dont une partie du territoire se situe en zone subtropicale.

L'Union européenne pourrait utilement aider la sylviculture à se développer en finançant les infrastructures routières et portuaires nécessaires qui bénéficieront en outre à toute la population locale et au développement d'autres activités.

## 6. Utilisation de bois pour la production de charbon de bois

Actuellement, dans de nombreuses régions d'Afrique, le bois est déjà une ressource pour le chauffage de l'eau ou la cuisson des aliments sous forme de charbon de bois. En Casamance, celui-ci se commercialise à 80 € la tonne (une tonne équivaut à 8 MWh d'énergie).

Les grandes exploitations de bois-énergie au Brésil atteignent même un prix inférieur à 30 € par tonne.

Il est curieux de constater que le charbon de bois local coûte environ 100 € par tep soit aujourd'hui 3 fois moins cher que le pétrole utilisé dans les centrales thermiques pour produire de l'électricité !

Le charbon de bois est donc un combustible local très compétitif par rapport au gaz ou au pétrole. De plus, il se stocke et se transporte facilement. Il brûle mieux que le bois en générant peu de fumées et d'imbrûlés.

Son utilisation est généralisée dans les populations locales. Il doit cependant être produit industriellement pour optimiser sa transformation chimique. On obtient alors un rendement énergétique supérieur à 50 % contre probablement moins de 25 % par méthode artisanale.

En tenant compte d'une consommation moyenne de 120 kg par personne, environ 1,3 Mt de charbon de bois produit à partir de 4 Mt de bois sont nécessaires pour un pays comme le Sénégal qui compte un peu plus de 10 millions d'habitants. Ceci implique environ 130.000 ha de sylviculture et l'emploi de 13.000 travailleurs. Aujourd'hui, il est vraisemblable que davantage sont déjà employés pour la production artisanale de charbon de bois dont une tonne met en œuvre plus de 5 tonnes de bois à cause d'un rendement moindre.

## 7. Utilisation de bois pour l'exportation vers l'Europe

Compte tenu du prix de revient du bois, un commerce équitable pourrait s'établir si le prix d'achat du bois sec s'établissait entre 20 € à 30 € la tonne. Le prix du transport par bateau coûte entre 25 € et 30 € la tonne soit un prix rendu compris entre 45 € et 60 €, très compétitif dans un marché européen où la tonne de biomasse se négocie actuellement entre 70 € et 90 €.

A ce prix, les exploitants pourraient compter sur des revenus bruts réguliers d'environ 400 € à 500 € par ha et probablement davantage dans le futur. Actuellement, la culture du riz ne rapporte que l'équivalent de 100 € par ha.

L'Europe consomme **1,6 Mtep** d'énergie primaire pour satisfaire ses besoins énergétiques. L'industrie consomme 30 %, le transport 34 %, les autres secteurs **33 %** principalement en **chauffage de bâtiments et de bureaux**. Plus de la moitié de cette énergie est fournie par du gaz et du **pétrole**.

Or, pour produire de la chaleur, on peut **substituer le bois aux combustibles fossiles**. Pour être utilisé automatiquement, le bois doit être conditionné sous forme de **pellets**<sup>1</sup> c'est-à-dire de granulés, de 6 à 10 mm de diamètre, semblables aux aliments pour bétail. Ces pellets ont une humidité faible (< 10 %), génèrent peu de cendres (< 1 %) et peuvent se stocker en silo pour alimenter automatiquement les chaudières. Une tonne de pellets équivaut environ à 500 litres de mazout.

Actuellement, le pellet est souvent fabriqué au départ de déchets de scieries pour lesquels une compétition s'installe avec les fabricants de panneaux en bois aggloméré.

La consommation de bois-énergie en Europe est aujourd'hui faible à part dans quelques pays comme l'Autriche. Sa demande accrue va inévitablement provoquer des tensions à la hausse sur le prix de cette commodité dès que la demande va dépasser l'offre. C'est déjà le cas aujourd'hui en Belgique, par exemple.

On peut prédire que le prix du MWh de bois évolue à la hausse, légèrement en dessous du prix du MWh fossile. Ainsi, le prix du bois-énergie devrait doubler d'ici 5 à 10 ans.

Le bois-énergie est cependant une manière durable de produire de l'eau chaude ou de la vapeur avec un bilan CO<sub>2</sub> neutre, abstraction faite des combustibles fossiles nécessaires à sa production et son transport. Rien n'empêcherait cependant que les transports maritimes utilisent comme « carburant » du charbon de bois ou des pellets...

Pour les grosses installations, de l'ordre du MW, on peut associer à la production de chaleur de la production d'électricité. Le rendement de l'électricité est alors de l'ordre de 20 % et celui de la chaleur de 60 %.

Le bois-énergie est donc susceptible de répondre à la problématique énergétique de l'Europe. Le respect du protocole de Kyoto est un enjeu supplémentaire financier et environnemental.

En comptant que la moitié des bâtiments de l'Union européenne pourraient substituer leur chauffage à énergie fossile par du chauffage au bois, environ **500 millions de tonnes de bois** par an seraient nécessaires.

## **8. Comparaison des potentiels européens et subtropicaux**

L'Europe dispose d'environ **160 Mha de forêts** tempérées de types divers. La productivité de bois anhydre varie entre **2 à 6 tonnes par hectare**. Cependant, l'accessibilité des forêts et le coût de la main-d'œuvre rendent difficile l'exploitation.

---

<sup>1</sup> Voir la FAQ « Se chauffer aux pellets » sur NowFuture.org (26 février 2007).

En prenant une moyenne de 3 tonnes de bois anhydre par ha, le **potentiel total** des forêts européennes est limité à **environ 420 Mt** soit environ 200 Mtep ou 12 % des besoins en énergie primaire.

Les bonnes pâtures pourraient être également exploitées pour produire de la biomasse. Entre 45° et 50° de latitude nord, les rendements de biomasse (maïs, paille, eucalyptus...) atteignent 10 tonnes de matière sèche par hectare. Dans ces régions, l'ensoleillement est d'environ 1000 kWh/m<sup>2</sup>/an. Cependant, la monoculture demande davantage d'intrants, elle peut nuire à la qualité des sols à long terme et à la biodiversité.

Le rendement en bois des zones subtropicales est donc très largement supérieur à celui des forêts tempérées. A l'inverse, les climats septentrionaux sont nettement plus favorables à la culture de céréales. En France, par exemple, on produit environ 8 à 10 tonnes de froment par ha contre 1 à 3 tonnes de riz en zone subtropicale.

L'Europe et l'Afrique auraient donc tout intérêt à pratiquer un commerce international en échangeant, par exemple, 1 tonne de blé contre 2 tonnes de bois. Abstraction faite du transport, cela permettrait aux Européens d'obtenir 20 tonnes de bois à l'hectare et aux Africains 10 tonnes de céréales, soit de 3 à 10 fois plus que les rendements actuels pour chacune des deux parties !

## 9. Bénéfices mutuels

Les **forêts européennes** ne pourraient fournir que **12 %** de notre consommation d'énergie primaire. Même en augmentant drastiquement l'efficacité de notre consommation, le bois ne suffirait pas à alimenter tous nos besoins en énergie primaire.

L'exploitation du bois de chauffage par coupe sélective en Europe est coûteuse car elle est intensive en main-d'œuvre. Elle constitue un gisement de main-d'œuvre à condition de subventionner ce secteur afin d'être compétitif sur le marché mondial.

Les forêts subtropicales exploitées durablement permettraient d'approvisionner une part significative de l'énergie primaire mondiale. Un partenariat entre l'Europe et l'Afrique se justifie par la distance relativement faible entre ces continents.

Les avantages comparatifs agricoles permettraient aux deux partenaires d'optimiser la production globale de bois et de céréales en se spécialisant. Les échanges commerciaux permettraient la naissance d'un nouveau commerce équitable qui enrichirait les pays d'Afrique subtropicale et fournirait du travail à une main-d'œuvre peu qualifiée.

La sylviculture africaine ne s'opérerait pas au détriment d'autres types de culture car elle serait pratiquée exclusivement dans des forêts secondaires actuellement inexploitées où la biomasse produite est peu ou mal valorisée ou des savanes en voies de désertification.

## 10. Potentiel du marché du bois-énergie en Afrique

A terme, le potentiel de marché pour les pays africains concernés s'élève à **1,6 Gtep** soit **100 G€ à 150 G€** par an sans compter les économies sur l'importation du pétrole. **Ce montant est trois fois supérieur à toutes les exportations actuelles de tous les pays concernés du Golfe de Guinée et d'Afrique centrale.**

Non seulement, il permettrait de résoudre une grande partie des problèmes liés à la désertification mais il constituerait un produit durable d'échange international aux retombées économiques gigantesques.

Son utilisation en Afrique et ailleurs permettrait non seulement de produire chaleur et électricité de manière durable mais sans CO<sub>2</sub>. Les plantations préalables à toute exploitation du bois-énergie agiraient même comme un puits de carbone dès les premières années.

La création d'emploi et de richesse générés par ces activités permettraient une lutte efficace contre la misère et les tensions des zones pauvres à condition de bénéficier du soutien de l'Europe pour la mise en œuvre des infrastructures de transports et de production d'énergie.

Laurent MINGUET

### Bibliographie

<http://www.iea.org/>

[http://www.cirad.fr/fr/regard\\_sur/foret/pdf/plantations.pdf](http://www.cirad.fr/fr/regard_sur/foret/pdf/plantations.pdf)

[http://www.un.org/esa/forests/pdf/national\\_reports/unff5/benin.pdf](http://www.un.org/esa/forests/pdf/national_reports/unff5/benin.pdf)

[http://www.iepf.org/docs/objectif\\_terre/OTvol5no4WEB.pdf](http://www.iepf.org/docs/objectif_terre/OTvol5no4WEB.pdf)

<http://www.finances.gouv.sn/indica23.html>

DUMON Roger, *La valorisation énergétique du bois et de la biomasse : l'énergie verte*, Paris - New York – Barcelone, MASSON, 1982, 201p.