

Bois énergie en Guyane : production d'électricité et de froid industriel

François PINTA

Cirad département Forêts
BP 701
97387 Kourou Cedex
Guyane française

À l'heure du développement durable, de la gestion des déchets et de la promotion des énergies renouvelables, les importants gisements de bois énergie, non exploités, dont dispose la Guyane représentent un potentiel d'autant plus intéressant que des technologies de conversion énergétique (électricité, chaleur et froid) fiables et adaptées au contexte guyanais existent.



Exemple de déchets massifs produits par les scieries (Guyane).
Example showing the volumes of sawmill waste produced (French Guiana).
Photo F. Pinta.

RÉSUMÉ

BOIS ÉNERGIE EN GUYANE : PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ ET DE FROID INDUSTRIEL

La Guyane dispose de gisements importants de bois énergie qui ne sont pas mis en valeur à ce jour. Il s'agit des produits connexes des industries du bois, des sous-produits d'exploitation forestière, et des zones forestières en conversion qui sont régulièrement déboisées pour répondre aux besoins du développement urbain, artisanal ou agricole. Au total, on évalue à 100 000 t/an la quantité de bois qui pourrait être mobilisée dans de bonnes conditions techniques et économiques. De plus, une forme d'exploitation forestière innovante en Guyane permettrait d'augmenter ce potentiel tout en favorisant la dynamique forestière des zones de production. Les technologies de conversion énergétique, fiables et adaptées au contexte guyanais, sont fondées sur la combustion du bois et l'utilisation d'un cycle vapeur. Les installations peuvent produire simultanément de l'électricité, de la chaleur et du froid industriel, selon des procédés de cogénération ou de trigénération. Une centrale de cogénération, de type lit fluidisé et cycle vapeur, alimentée par 100 000 t de bois par an, permettrait de produire 32 GWh/an d'électricité (18 % des besoins guyanais) et 65 GWh/an de froid pour la climatisation. Le remplacement des climatiseurs électriques actuels permettrait de réduire la consommation d'électricité de 16 GWh/an. Une filière bois énergie en Guyane présente de nombreux atouts pour le développement économique et social (création d'emplois, coût de production compétitif, réduction de la dépendance énergétique...), pour la protection de l'environnement et le développement durable.

Mots-clés : bois énergie, cogénération, trigénération, électricité, froid industriel, Guyane.

ABSTRACT

FUEL-WOOD IN FRENCH GUIANA FOR ELECTRICITY PRODUCTION AND INDUSTRIAL AIR CONDITIONING

Although French Guiana has extensive fuel wood resources, their value is not being fully realised at present. These resources are timber and logging waste and wood from the deforestation of areas being converted to meet the needs of growing urban development, small-scale industry and agriculture. The total quantity of wood that could be used under favourable technical and economic conditions is estimated at 100 000 metric tonnes per year. Moreover, the use of an innovative forestry process in French Guiana could increase this potential while reinforcing forest dynamics in timber producing zones. The process involves a proven and reliable energy conversion technology based on wood burning and use of a steam cycle, which has been adapted to conditions in French Guiana. The installations are capable of simultaneously producing electricity, heat and industrial air-conditioning using cogeneration or trigeneration processes. A fluidised bed cogeneration plant with a steam cycle, fuelled with 100 000 metric tonnes of wood per year, would produce 32 GWh/year of electricity (18 % of French Guiana's needs) plus 65 GWh/year in power for air-conditioning. Substituting the electric air-conditioners in use today would reduce electricity consumption by 16 GWh/year. Establishing a fuel-wood sector in French Guiana would have major benefits for economic and social development (job creation, competitive production costs, reduced energy dependence, etc.), for environmental protection and for sustainable development.

Keywords: fuel-wood, cogeneration, trigeneration, electricity, industrial air-conditioning, French Guiana.

RESUMEN

DENDROENERGÍA EN LA GUAYANA FRANCESA: PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD Y FRÍO INDUSTRIAL

La Guayana francesa posee importantes yacimientos de energía forestal de los que no se saca provecho actualmente. Se trata de productos conexos de las industrias madereras, de sub-productos de explotación forestal y de las zonas forestales en conversión sometidas a rozas regulares para responder a las necesidades del desarrollo urbano, artesano o agrícola. En total, se evalúa en 100 000 t/año la cantidad de madera que podría movilizarse en buenas condiciones técnicas y económicas. Además, el empleo de una forma de explotación forestal innovadora en la Guayana francesa permitiría acrecentar este potencial favoreciendo, al mismo tiempo, la dinámica forestal de las zonas de producción. Las tecnologías de conversión energética, fiables y adaptadas al ámbito guayanés, están basadas en la combustión de la madera y la utilización de un ciclo de vapor. Las instalaciones pueden producir simultáneamente electricidad, calor y frío industrial siguiendo métodos de cogeneración o trigeneración. Una planta de cogeneración, de lecho fluido y ciclo de vapor, alimentada por 100 000 t de madera al año permitiría producir 32 GWh/año de electricidad (18 % de las necesidades guayanesas) y 65 GWh/año de frío para la climatización. La sustitución de los climatizadores eléctricos actuales permitiría reducir el consumo de electricidad en 16 GWh/año. La existencia de un sector dendroenergético en la Guayana francesa supone muchas ventajas para el desarrollo económico y social (creación de empleos, costo de producción competitivo, reducción de la dependencia energética...), para la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible.

Palabras clave: dendroenergía, cogeneración, trigeneración, electricidad, frío industrial, Guayana francesa.

Les besoins en électricité et en climatisation augmentent rapidement en Guyane et les capacités de production existantes seront insuffisantes d'ici quelques années. Il sera nécessaire d'implanter de nouvelles unités de production d'électricité. À l'heure du développement durable, de la gestion des déchets et de la promotion des énergies renouvelables, cet article pose des repères montrant l'opportunité de développer une filière bois énergie en Guyane.

Une ressource potentielle très importante

Les déchets de scieries

Les sous-produits bois des scieries représentent, en Guyane, le principal gisement de bois énergie facilement mobilisable, dans la mesure où ces déchets sont propres, abondants et regroupés sur quelques sites industriels.

Une scierie génère habituellement six types de sous-produits : les purges du parc à grumes, les écorces, les dosses, les délignures, les chutes d'éboutage et la sciure. À condition de bien sélectionner les technologies, il est possible de brûler dans de bonnes conditions techniques et environnementales tous les déchets bois de scierie. Le volume total des sous-produits représente 45 à 75 % du volume de bois entrée scierie. En Guyane, on peut estimer que la quantité de déchets bois qui pourrait être mobilisée dans les principales scieries représente 30 000 t/an.

Les sous-produits d'exploitation forestière

Les sous-produits d'exploitation forestière constituent un deuxième gisement de bois énergie. Ils ont trois origines : les bois éliminés lors de la création de pistes forestières, les grumes non valorisables par la filière bois œuvre à cause de défauts rédhibitoires (arbres creux, problèmes sanitaires, fentes, défauts de forme...), enfin les rémanents d'exploitation. Le volume de bois récupérable en forêt, dans de bonnes conditions techniques et économiques, dépend de la composition de la forêt, la configuration du terrain et la distance de transport du bois : cette quantité peut être évaluée, en première estimation, à un minimum de 35 000 t/an.

Conversion des zones forestières

Les zones forestières converties représentent aussi un gisement à ne pas négliger : de vastes zones forestières sont régulièrement déboisées pour répondre à des besoins de développement : implantation de nouvelles routes, construction d'habitations ou d'une zone artisanale, création d'un périmètre agricole, etc. À l'exception des grumes d'essences commerciales (bois précieux, angélique, gonfolo, grignon...), qui sont récupérées, le bois est habituellement brûlé en pure perte.



Dépôt de sciures et copeaux de bois dans une scierie : un gisement de déchets propres pour une valorisation énergétique.

Stacks of sawdust and woodchips at a sawmill: a source of clean woodwaste for recycling to produce energy.

Photo F. Pinta.



Évacuation des déchets bois par un chariot élévateur dans une scierie guyanaise.

Evacuating wood waste with a fork-lift truck in a Guyanese sawmill.

Photo F. Pinta.

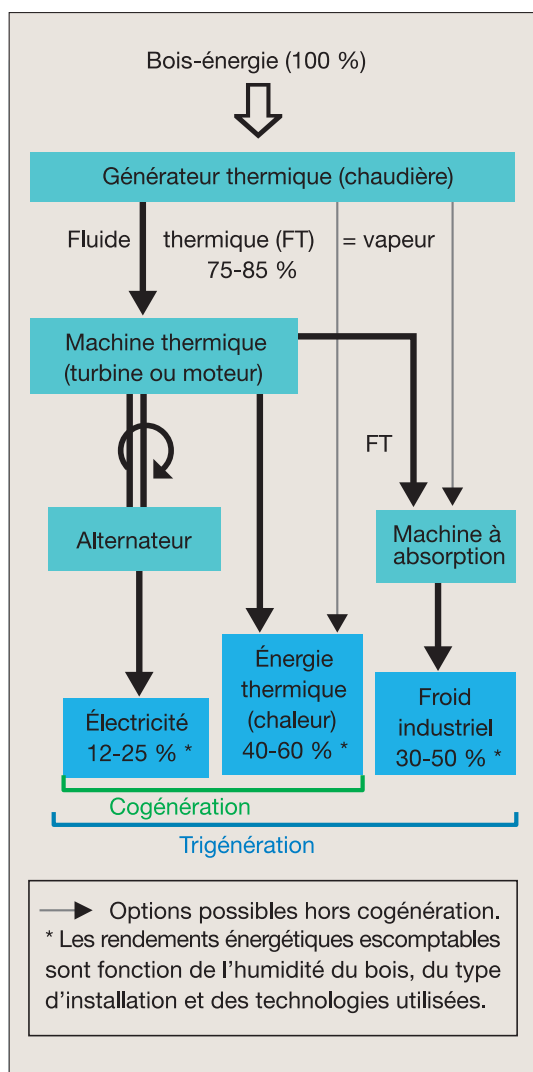


Figure 1.
Principe de la conversion énergétique du bois par combustion et cycle de vapeur au moyen des technologies de cogénération ou de trigénération.
Principle of energy conversion from wood by combustion with a steam cycle using cogeneration or trigeneration technology.

Des technologies adaptées et fiables existent !

Mis à part les essences tropicales ou trop siliceuses, la quantité de bois utilisable pour l'énergie varie de 300 à 500 tonnes par hectare selon la densité de la forêt et le diamètre minimal (entre 10 et 20 cm) des branches de bois exploitables. Sur la base d'une surface annuelle de 100 ha convertie en zone agricole, la quantité de bois récupérable peut être évaluée à 35 000 t/an.

Les ressources et potentialités guyanaises

Au total, les quantités de bois énergie qui pourraient être mobilisées en Guyane sont considérables : la quantité de bois récupérable aujourd'hui dans les chantiers et industries existants est estimée à plus de 100 000 t/an, ce qui équivaut à 22 000 tep/an (tonne équivalent pétrole) d'énergie primaire disponible.

Ce potentiel pourrait être fortement accru par la mise en œuvre d'une exploitation forestière associant les objectifs de production de bois d'œuvre et de bois énergie, toujours dans le cadre d'un aménagement durable de la forêt. En effet, de nombreux gros arbres identifiés comme exploitables par l'aménagiste forestier ne sont pas exploités car les essences concernées n'ont pas de débouché. De l'avis d'experts forestiers, l'augmentation du taux de prélèvement permettrait de stimuler la croissance de la forêt sans remettre en cause la biodiversité forestière. Bien qu'il soit prématuré de quantifier la production annuelle escomptable, le potentiel est important. Les conditions et modalités de mobilisation de ce gisement mériteraient d'être étudiées de manière spécifique.

La mise en valeur de ce potentiel de bois énergie représente un enjeu important pour le développement et l'indépendance énergétique de la Guyane.

Les technologies fiables actuellement disponibles sont basées sur la combustion du bois et l'utilisation d'un cycle vapeur. Les installations peuvent être conçues pour produire de l'électricité ou de la chaleur, ou bien les deux en même temps : il s'agit alors de cogénération, dont l'intérêt principal est d'obtenir un rendement énergétique global élevé.

À cela s'ajoute la possibilité de produire du froid industriel en utilisant la technologie des machines à absorption ; il s'agit alors d'installation de trigénération : électricité, chaleur et froid industriel peuvent être produits à partir de bois.

La figure 1 présente un schéma d'organisation d'une installation de cogénération ou de trigénération :

▪ **Le générateur thermique** est un ensemble foyer-chaudière au sein duquel a lieu la combustion et qui fournit de l'énergie thermique aux fluides de travail (il s'agit le plus souvent de la vapeur d'eau).

▪ **La turbine ou le moteur à vapeur** convertissent l'énergie de détente de la vapeur en énergie mécanique permettant la rotation d'un arbre couplé à une génératrice électrique. La vapeur détendue est ensuite libérée à une pression plus faible vers l'unité de production d'énergie thermique. En cas d'excédent de vapeur par rapport au besoin, la vapeur peut être condensée et recyclée.

▪ **Dans le cas de la trigénération**, l'installation comporte en plus une machine frigorifique à absorption qui permet de produire du froid à partir d'une source de chaleur, sans utiliser d'énergie électrique. Dans le cas où il n'y a pas de besoin en chaleur, toute la production thermique est convertie en froid industriel.

Les machines à absorption fonctionnent en utilisant la réaction endothermique de l'eau avec certaines solutions aqueuses d'ammoniac ou

de bromure de lithium. L'ammoniac permet de produire du froid négatif, tandis que le bromure de lithium est adapté à la production de froid de climatisation.

L'existence de gisements de bois énergie et de ces technologies performantes et éprouvées permet d'envisager l'installation de centrales de climatisation et de cogénération à partir du bois.

Projet de centrale de cogénération

La Guyane présente toutes les conditions théoriques requises pour l'installation d'une centrale de cogénération d'électricité et de froid industriel.

Les centrales électriques à biomasse sont généralement performantes lorsque la puissance installée est élevée (supérieure à 1 MW électrique). Elles sont d'autant plus compétitives qu'elles fonctionnent à un rythme stabilisé à leur puissance nominale : l'implantation d'une centrale de forte puissance fonctionnant sous charge régulière plus de 7 000 heures par an permet de bien répartir les coûts des investissements et d'obtenir un bon rendement énergétique, tout en réduisant les coûts de maintenance et de fonctionnement.

Afin de fixer les idées, on pourra retenir que 100 000 tonnes de bois par an permettraient de produire annuellement 32 GWh d'électricité (près de 18 % des besoins de la Guyane) et 65 GWh de froid pour un réseau de climatisation.

Le niveau élevé des investissements à réaliser pour mettre en place une centrale de cogénération à bois peut parfois poser des problèmes de bouclage du dossier financier. Dans ce cas, il est toujours possible de prévoir un autre type d'installation qui ne manque pas d'atouts non plus : la réalisation d'une unité de climatisation centralisée à partir du bois !

Projet de réseaux de climatisation à partir du bois

La Guyane a de grands besoins en climatisation qui sont aujourd'hui satisfaits par des climatiseurs à compresseur, gros consommateurs d'électricité. La technologie des machines à absorption permet de produire du froid industriel à partir d'une source de chaleur et ne nécessite pratiquement pas d'électricité. Elle est bien adaptée aux installations de moyenne et forte puissance. L'utilisation de cette technologie pour les gros centres consommateurs permettrait donc de réduire la demande en électricité et de développer les énergies renouvelables en Guyane.

Le rendement énergétique de la production directe de froid est très élevé : il atteint aisément 85 % de l'énergie primaire. Ainsi, les 22 000 tep

de déchets bois disponibles représentent un potentiel de production de froid équivalent à 230 GWh_{th}/an. Le remplacement des climatiseurs traditionnels par groupe à compression permettrait de réduire de 55 GWh/an la consommation d'électricité et de développer l'utilisation des énergies renouvelables locales.

Sur le plan environnemental, chacun des projets permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre. En considérant que l'un ou l'autre de ces projets permet d'éviter une production d'électricité par la centrale thermique d'Edf à Dégrad-des-Cannes, qui fonctionne à partir de carburants fossiles, il s'agirait d'une réduction de 20 à 25 000 tonnes par an des émissions de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.



Turbine à vapeur de 900 kW dans une centrale de cogénération à bois, en Malaisie.
A 900 kW steam turbine in a wood-fired cogeneration plant in Malaysia.
Photo P. Girard.

Conclusion

La filière bois énergie pourrait aujourd'hui trouver son essor grâce à ses nombreux atouts :

- la création d'une nouvelle activité économique en Guyane à partir d'une ressource locale ;
- la création d'emplois (20 emplois pour une centrale de cogénération telle qu'évoquée plus haut) ;
- la mise en valeur de gisements de bois aujourd'hui détruits en pure perte car sans filière de valorisation ;
- la production d'énergie renouvelable en quantité significative dans le bilan énergétique régional ;
- l'obtention d'un rendement énergétique global élevé, grâce à des technologies fiables de cogénération ;
- la substitution de produits pétroliers pour générer l'électricité permet de

réduire à la fois la dépendance énergétique et les rejets de gaz à effet de serre.

Aux nombreux intérêts évoqués ci-dessus s'ajoute celui de la compétitivité économique attendue avec une production d'électricité à un prix de revient¹ (11 centimes d'euro par kilowattheure) inférieur au coût de production de l'électricité des filières traditionnelles en Guyane (centrales thermiques utilisant des produits pétroliers ou barrages hydroélectriques). Ainsi, l'opportunité de création d'une filière bois énergie en Guyane mérite assurément d'être étudiée de manière approfondie.

¹ Source : rapport Cirad 2003, réalisé pour l'Ademe et Guyane Technopole.



Groupe électrogène diesel en fonctionnement dans une scierie en Guyane.
A diesel generator in a Guyanese sawmill.
Photo F. Pinta.