1

52811

0-315-04917-0

National Library
of CanadaBibliothèque nationale
du CanadaCANADIAN THESES
ON MICROFICHETHÈSES CANADIENNES
SUR MICROFICHE

NAME OF AUTHOR/NOM DE L'AUTEUR

ROCHON Paul-André

TITLE OF THESIS/TITRE DE LA THÈSE

Le Potentiel de l'énergie
forestière dans le
développement arctico-alpin

UNIVERSITY/UNIVERSITÉ

Carleton

DEGREE FOR WHICH THESIS WAS PRESENTED/
GRADE POUR LEQUEL CETTE THÈSE FUT PRÉSENTÉE

M.A.

YEAR THIS DEGREE CONFERRED/ANNÉE D'OBTENTION DE CE DEGRÉ

1980

NAME OF SUPERVISOR/NOM DU DIRECTEUR DE THÈSE

D.R.F. Taylor

Permission is hereby granted to the NATIONAL LIBRARY OF
CANADA to microfilm this thesis and to lend or sell copies
of the film.

L'autorisation est, par la présente, accordée à la BIBLIOTHÈQUE
NATIONALE DU CANADA de microfilmer cette thèse et
de prêter ou de vendre des exemplaires du film.

The author reserves other publication rights, and neither the
thesis nor extensive extracts from it may be printed or other-
wise reproduced without the author's written permission.

L'auteur se réserve les autres droits de publication; ni la
thèse ni de longs extraits de celle-ci ne doivent être imprimés
ou autrement reproduits sans l'autorisation écrite de l'auteur.

DATED/DATE

16-02-81

SIGNED/SIGNÉ

P. Rochon

PERMANENT ADDRESS/RÉSIDENCE FIXE

400 Riel #25

Hall

J82 1B4

National Library of Canada
Collections Development Branch

Canadian Theses on
Microfiche Service

Bibliothèque nationale du Canada
Direction du développement des collections

Service des thèses canadiennes
sur microfiche

NOTICE

The quality of this microfiche is heavily dependent upon the quality of the original thesis submitted for microfilming. Every effort has been made to ensure the highest quality of reproduction possible.

If pages are missing, contact the university which granted the degree.

Some pages may have indistinct print especially if the original pages were typed with a poor typewriter ribbon or if the university sent us a poor photocopy.

Previously copyrighted materials (journal articles, published tests, etc.) are not filmed.

Reproduction in full or in part of this film is governed by the Canadian Copyright Act, R.S.C. 1970, c. C-30. Please read the authorization forms which accompany this thesis.

**THIS DISSERTATION
HAS BEEN MICROFILMED
EXACTLY AS RECEIVED**

AVIS

La qualité de cette microfiche dépend grandement de la qualité de la thèse soumise au microfilmage. Nous avons tout fait pour assurer une qualité supérieure de reproduction.

S'il manque des pages, veuillez communiquer avec l'université qui a conféré le grade.

La qualité d'impression de certaines pages peut laisser à désirer, surtout si les pages originales ont été dactylographiées, à l'aide d'un ruban usé ou si l'université nous a fait parvenir une photocopie de mauvaise qualité.

Les documents qui font déjà l'objet d'un droit d'auteur (articles de revue, examens publiés, etc.) ne sont pas microfilmés.

La reproduction, même partielle, de ce microfilm est soumise à la Loi canadienne sur le droit d'auteur, SRC 1970, c. C-30. Veuillez prendre connaissance des formules d'autorisation qui accompagnent cette thèse.

**LA THÈSE A ÉTÉ
MICROFILMÉE TELLE QUE
NOUS L'AVONS REÇUE**

Le Potentiel De L'Energie Forestiere
Dans Le Developpement Ouest-Africain

(C)

by

Paul-André Rochon, B.A.

(C) (December 1980) by Paul-Andre Rochon

A thesis submitted to the Faculty of
Graduate Studies and Research in partial
fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Arts
in International Affairs

The Norman Paterson School of International Affairs
Carleton University
Ottawa, Ontario
Canada

December 1980

The undersigned recommend to the Faculty of Graduate Studies acceptance of the thesis, "Le Potentiel De L'Energie Forestière Dans Le Développement Ouest-Africain", submitted by Paul-André Rochon, B.A., in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Arts.

D.R.F. Taylor

D.R.F. Taylor,
Supervisor

J. O'Manique

J. O'Manique, Associate Director,
The Norman Paterson School of
International Affairs.

Résumé.

Ce travail tente de démontrer que l'énergie forestière verra son importance s'accroître dans les pays ouest-africains à l'avenir. Compte tenu de cette demande croissante en bois de chauffe et en charbon de bois et de l'offre limitée que représentera la disponibilité du pétrole d'ici l'an 2000, ces pays devront compter davantage sur l'énergie renouvelable que constitue la forêt pour subvenir à leurs besoins.

En plus d'analyser les avantages économiques et sociaux que les pays ouest-africains pourraient tirer d'une production accrue d'énergie forestière, ce travail décrit des techniques traditionnelles et modernes de production de charbon de bois.

Remerciements

Je désire remercier l'Agence canadienne de développement international (ACDI) qui, à travers son programme de bourses, a financé cette recherche.

Je tiens également à remercier mes professeurs à l'Institut de coopération internationale (ICI) de l'Université d'Ottawa de même qu'au Norman Paterson School of International Affairs de l'Université Carleton.

Enfin, je veux exprimer toute ma gratitude au professeur D.R.F. Taylor pour sa grande disponibilité et ses conseils judicieux tout au long de ce travail.

Paul André Rochon
le 15 février, 1981.

TABLE DES MATIERES

	Pages
INTRODUCTION.....	(1)
CHAPITRE 1	
<u>ENERGIE ET DEVELOPPEMENT</u>	
Introduction.....	(8)
-développement par le haut.....	(13)
-développement par le bas.....	(15)
-self-reliance et énergies renouvelables.....	(19)
(tableau #1; énergie).....	(19)
Conclusion.....	(23)
CHAPITRE 11	
<u>LE POTENTIEL DE L'ÉNERGIE FORESTIÈRE DANS LE DEVELOPPEMENT RURAL DES PAYS OUEST-AFRICAINS</u>	
Introduction.....	(28)
A) Pourquoi les zones rurales ont-elles besoin de plus d'énergie?.....	(29)
(tableau #1, réf.).....	(30)
-approvisionnement énergétique.....	(34)
-le rôle de l'énergie forestière dans les zones rurales des pays en voie de développement.....	(36)
(tableau #2; bois de chauffe: consommation passée, présente et à venir).....	(38)
B) Le potentiel énergétique des forêts.....	(39)
C) Augmenter la production d'énergie forestière.....	(40)
-les forêts denses.....	(41)
(tableau #3; réf.).....	(43)
-les forêts des savanes.....	(44)
-les plantations forestières.....	(48)
(tableau #4; réf.).....	(48)
D) La production d'énergie forestière et l'environnement.....	(49)

E)	L'énergie forestière et l'espace rural.....	(51)
F)	Etude de cas: le Ghana.....	(55)
G)	Economiser l'énergie forestière à la consommation.....	(57)
	Conclusion.....	(60)
	Annexe: liste d'abréviations et définitions.....	(63)

CHAPITRE III

LES AVANTAGES RELIÉS À LA PRODUCTION D'ÉNERGIE FORESTIÈRE POUR LES RÉGIONS RURALES ET LES CENTRES URBAINS EN AFRIQUE.

Introduction.....	(66)
-Qu'est-ce que l'énergie forestière?.....	(66)
-Le bois de chauffe.....	(70)
(tableau #1; sous-produits obtenus par la distillation de 1000 kilogrammes de bois tropicaux secs).....	(69)
(tableau #2; valeur énergétique du charbon).....	(70)
(tableau #3; le rôle de la forêt dans l'approvisionnement énergétique de certaines régions du Tiers-Monde).....	(70)
-Le charbon de bois.....	(73)
-L'avenir de l'énergie forestière.....	(81)
-Energie forestière et développement rural.....	(82)
-Les avantages de la production d'énergie forestière pour les milieux ruraux.....	(85)
-Les avantages de la production d'énergie forestière dans les centres urbains.....	(90)
-Les avantages nationaux reliés à la production d'énergie forestière.....	(93)
Conclusion.....	(96)

CHAPITRE IV

VERS LE CHOIX D'UNE TECHNOLOGIE APPROPRIÉE AU DÉVELOPPEMENT DE L'ÉNERGIE FORESTIÈRE DANS LES PAYS EN VOIE DE DÉVELOPPEMENT.

Introduction.....	(100)
Quelques critiques du transfert technologique dans le passé.....	(101)
Exemples de transferts technologiques dans le domaine énergétique.....	(106)
La technologie appropriée.....	(110)
définition et objectif.	
Les choix de la technologie appropriée.....	(114)
Les critères de sélection d'une technologie ap- propriée.....	(118)
Les critiques de la technologie appropriée.....	(121)
Conclusion.....	(124)

CHAPITRE V

LA PRODUCTION D'ÉNERGIE FORESTIÈRE EN AFRIQUE DE L'OUEST AUJOURD'HUI

Introduction.....	(127)
Problématique.....	(127)
Objectif.....	(129)
Le Ghana.....	(132)
La Haute-Volta.....	(141)
Le Mali.....	(144)
Le Sénégal.....	(145)
Conclusion.....	(147)

Conclusion(149)

Annexe(153)

appendice 1.: la meule en terre

appendice 2.: le four portatif

appendice 3.: le four Missouri

appendice 4.: la fosse traditionnelle

appendice 5.: la meule casamarienne

Cartes(176)

Afrique occidentale

grandes zones climatiques africaines

températures et précipitations en Afrique

les forêts du monde

Bibliographie(180)

INTRODUCTION

L'augmentation rapide du prix du pétrole depuis 1973 nous a mis devant l'évidence que ce type d'énergie fossile est non-renouvelable et que nous pourrions connaître de sérieuses pénuries d'énergie d'ici l'an 2000. A moins de trouver une solution aux problèmes énergétiques que nous connaissons ces dernières années, nous ferons face à une sérieuse crise économique qui aura des répercussions particulièrement graves pour les pays en voie de développement.

En effet, la prospective globale de l'énergie à travers le Tiers-Monde, aboutit à un ensemble de conclusions très pessimistes, à savoir:⁽¹⁾

- l'explosion inexorable des besoins énergétiques globaux des pays du Tiers-Monde ferait que leur niveau de consommation serait à la fin du siècle, du même ordre que celui de la Communauté Economique Européenne ou des Etats-Unis;
- la part croissante des besoins énergétiques du Tiers-Monde contribue aux tensions du marché pétrolier, donc à la hausse des prix;

(1) Ces conclusions sont tirées de l'article de Jean-Claude Hourcade, *Prospective des Alternatives énergétiques du Tiers-Monde*, dans *Nouvelles de l'Ecodéveloppement*, mars 1980.

- il y a un blocage du développement des pays non-producteurs de pétrole, dont la plupart n'ont pas les moyens d'empêcher l'accroissement de leur déficit commercial et de payer les importations d'une énergie à coût croissant..

Face à ces contraintes particulièrement difficiles pour les pays en voie de développement il s'ensuit, à notre avis, la nécessité d'alléger la pression sur les hydrocarbures par un recours important aux énergies renouvelables.

Nous croyons que les sources d'énergie renouvelables constituent une alternative fiable, écologiquement saine et fort adaptée aux besoins des pays en voie de développement. En effet, les énergies renouvelables offrent une solution acceptable au problème d'approvisionnement énergétique à long terme, tout en favorisant un modèle de développement endogène pour les pays en voie de développement dont la dépendance envers l'extérieur ne cesse de croître.

Or, la forêt est une source d'énergie renouvelable fort importante:

"The reserve of energy held by forests is more than twenty times the world's annual consumption of energy from all sources, and the world's forests incorporate solar energy into organic material, from which can be obtained solid, li-

quid and gaseous fuels, at an annual rate far in excess of the world's present economic needs".⁽²⁾

Le potentiel énergétique forestier le plus important au monde se trouve dans les forêts tropicales où la capacité de régénération est la plus rapide. Ce potentiel pourrait être pleinement réalisé à condition de planifier sérieusement la production d'énergie forestière en s'assurant que la qualité des forêts et des sols soit préservée.

C'est dans cette perspective que nous développerons la thèse suivante: la forêt constitue une source d'énergie renouvelable capable de subvenir de façon substantielle aux besoins énergétiques croissants des pays ouest-africains, tout en leur fournissant des avantages économiques et sociaux fort importants. Or, la mise en valeur de cette ressource énergétique renouvelable importante devra passer par un mode de développement endogène(ou "self-reliant") favorisant une technologie appropriée aux besoins énergétiques des populations vivant dans les pays en voie de développement. Nous développerons cette thèse de la façon suivante.

Le chapitre 1 tente de situer le problème de l'énergie des pays en voie de développement dans le contexte

(2) D.E. Earl, *Forest Energy and Economic Development*, Clarendon Press, Oxford 1975, page vi.

de la théorie du développement international. Nous y démontrons que l'énergie renouvelable représente une alternative énergétique souhaitable pour les pays en voie de développement. Ces derniers devront reconsidérer leurs modèles de "développement par le Haut" du passé, inspirés de la théorie économique néo-classique, au profit d'un mode de développement endogène ou Self-Reliant.

Dans le chapitre II nous soulignons qu'une augmentation de la disponibilité d'énergie dans les zones rurales des pays ouest-africains est le premier pas vers une amélioration des conditions de vie des populations rurales démunies. C'est dans cette optique que ce deuxième chapitre tente également de quantifier le potentiel énergétique que renferme la forêt tropicale ouest-africaine.

Le chapitre III traite des avantages économiques et sociaux reliés à la production d'énergie forestière pour les populations rurales et urbaines des pays ouest-africains bien dotés de ressources forestières.

Le chapitre IV se penche sur le transfert technologique dans le domaine de l'énergie. A notre avis, le transfert technologique énergétique des pays industrialisés a été inadapté aux besoins des pays en voie de développement dans le passé. Nous plaiderons en faveur de

technologies appropriées aux besoins énergétiques des populations des pays en voie de développement.

Après avoir répondu à la question "Pourquoi l'énergie forestière?" dans les parties I, II, III et IV, de ce travail, le chapitre V tente de répondre à la question "Comment produire l'énergie forestière?" En effet, ce dernier chapitre est plutôt technique. Nous avons effectué un voyage d'étude à travers quatre (4) pays ouest-africains au courant de l'été 1979, dans le but de faire un inventaire des technologies utilisées pour la production de charbon de bois dans ces pays. Le compte-rendu de cette étude constitue le dernier chapitre de notre thèse.

Notre analyse s'applique à tous les pays en voie de développement. Toutefois, nous nous sommes intéressés plus particulièrement aux pays ouest-africains suivants dans le cadre de ce travail:

Sénégal
Mali
Haute-Volta
Niger

Pays du Sahel

Bénin
Togo
Ghana
Côte d'Ivoire

Pays côtiers

* * * * *

CHAPITRE 1

ÉNERGIE ET DÉVELOPPEMENT.

TABLE DES MATIERES

	Pages
Introduction.....	(8)
Développement par le haut.....	(13)
Développement par le bas.....	(15)
Self-Reliance et énergies renouvelables.....	(19)
Conclusion.....	(23)
Notes.....	(24)

INTRODUCTION

Les pays en voie de développement ont connu de sérieuses difficultés d'approvisionnement énergétique, suite à la flambée des prix du pétrole depuis 1973. Cette situation illustre clairement la dépendance des pays en voie de développement envers l'extérieur pour subvenir à leurs besoins énergétiques croissants. La dépendance des pays en voie de développement envers les pays de l'OPEP et les pays industrialisés, a pris ses racines dans le fait que plusieurs pays en voie de développement ont opté pour un modèle de développement par le haut à la suite de leur indépendance. Or, l'énergie fossile est étroitement liée à ce modèle de développement.

Face à ces problèmes énergétiques, les pays en voie de développement devront reconsidérer leur vision du développement qui préconise la croissance des centres urbains industriels au détriment des campagnes. En effet, le modèle de développement par le haut a échoué en causant un exode rural massif, la dépendance envers l'extérieur et l'exacerbation des rivalités ville-campagne.

Vu la conjoncture énergétique mondiale actuelle, les pays en voie de développement devront s'orienter vers un modèle de développement par le bas axé sur une politique de "self-reliance". Or, les énergies renouvelables constituent un moyen privilégié pour les pays en voie de dévelop-

pement de compter davantage sur eux-mêmes dans le domaine énergétique.

Les pages qui suivent tenteront d'illustrer cette problématique en démontrant que si les pays en voie de développement axent leurs efforts de développement sur la production d'énergies renouvelables (nous nous pencherons sur le potentiel que représente la biomasse en particulier), ces derniers pourront éventuellement s'assurer d'une source d'énergie sûre, efficace et relativement indépendante des marchés extérieurs. Il leur sera alors possible de planifier et de promouvoir leur propre développement.

Problématique

Les pays en voie de développement requièrent de plus en plus d'énergie pour leur développement économique et social mais sont de moins en moins capables d'assumer les coûts importants des produits pétroliers.

"In many developing countries the cost of higher priced fuels have been met at the expense of economic growth. Food production has suffered"...and...!" social progress has slowed if not halted completely".

La consommation des combustibles traditionnels (ou non-

(1) UNIDO, Appropriate Industrial Technology for Energy for Rural Requirements, UN, N.Y., 1979, p.27.

commerciaux⁽²⁾ dans les régions rurales augmenté à cause de la croissance démographique importante dans ces régions.⁽³⁾

Les pays en voie de développement sont déjà durement touchés par la hausse du prix du pétrole et n'ont pas les revenus nécessaires pour acheter du pétrole au cours mondial. Cette situation se traduit par un déficit de la balance des paiements, ce qui engendre une dépendance envers l'extérieur.

"Many developing countries are experiencing balance of payments difficulties or economic strugency as higher expenditures or fuels force cuts elsewhere".⁽⁴⁾

De plus, la pénurie d'énergie commerciale engendre une utilisation incontrôlée de l'énergie traditionnelle. Une telle situation peut avoir des conséquences néfastes pour le développement des populations rurales. Premièrement,

(2) *"Commercial sources of energy are those which either involve a technology of energy conversion or enter commercial channels beyond a limited locality."*

Traditional or "Non-commercial sources of energy are consumed directly as fuel without being altered significantly through the use of a conversion technology and without being formally marketed over a wide area."

UNIDO, Appropriate Industrial Technology for Energy for Rural Requirements, Monographs on Appropriate Industrial Technology, No.5, U.N., New-York, 1979, p.27.

(3) *UNIDO, Appropriate Industrial Technology for Energy for Rural Requirements, Monographs on Appropriate Industrial Technology, No.5, U.N., New-York, 1979, p.28.*

(4) *Brandt Commission, North-South, A program for Survival, MIT Press, London 1980, p.160.*

un recours désordonné aux sources d'énergies non-commerciales telles que le bois en Afrique ou la bouse de vache en Asie, peut causer un déséquilibre écologique dangereux. Ceci aurait pour effet de réduire sensiblement la production agricole, les engrais ne retournant pas dans le sol, ou encore de détruire les forêts.⁽⁵⁾ Deuxièmement, la pénurie d'énergie commerciale réduira sensiblement les efforts d'électrification des campagnes.

".... the pace at which power grids are being extended to rural areas in Africa is at best glacial. The World Bank estimates that in 1971 only 4% of the rural villages of Africa lived in areas served by electricity and that by 1985, the figure will not have reached 10%. Since these estimates were made before the prices of fossil fuels (which provide 45% of African electricity) began to escalate in 1974 the prospects for reaching rural areas may be even more bleak than the Banks's estimate."⁽⁶⁾

(5) "In addition to high cost fossil fuels, the developing countries face a growing shortage of traditional fuels ... One half of the world's wood crop is burned as fuel... Economic effects of the wood shortage are accompanied by major environmental disruption related to deforestation and soil erosion".

Middleton Associates, Renewable Energy for Developing Countries: a preliminary assessment of the potential and Canadian capability, Toronto, 1979.

(6) O.D.C., Energy for the Villages of Africa, Washington, 1977, p.5

Le ralentissement de l'électrification des campagnes est en partie causé par le manque d'équipements (générateurs, lignes de transmission ,etc.) que les pays en voie de développement ne peuvent plus se procurer sur le marché mondial à cause de leur balance des paiements déficitaire suite à l'achat de produits pétroliers à des prix exorbitants. Face à ces sérieux problèmes de ravitaillement énergétique, les pays en voie de développement doivent opter pour des alternatives énergétiques viables, plus économiques et qui répondent mieux aux besoins de leurs populations tant rurales qu'urbaines. Or, il apparaît que le problème énergétique des pays en voie de développement, prend racine dans un modèle de développement qui a été copié sur les pays industrialisés, et qui ne répond pas aux besoins réels des pays en voie de développement.

"...the conventional industrialization model is being reconsidered. There is increasing emphasis on more appropriate developments featuring labour intensive, small scale technologies suitable for rural areas. The conventional energy supply system featuring centralized electrification is similarly being supplanted". (7)

(7) UNIDO; Appropriate Industrial Technology for Energy for Rural Requirements, Monographs on Appropriate Industrial Technology, No.5, U.N., New-York, 1979, p.29

Développement par le haut

L'utilisation de l'énergie fossile est très liée au "développement par le haut" que nous pouvons définir comme étant un modèle de développement fondé sur l'industrialisation urbaine à haut coefficient en capital, ayant recours à une technologie de pointe, et qui est orienté vers les économies d'échelle et le commerce extérieur. (8)

Development from above "usually involves: large investment projects; increasing units of functional and territorial integration; increasing scale of the private and public organizations required to transmit development through these integrated units; large redistributive mechanism, and the reduction of economic, social, cultural, political and institutional barriers which might hinder transmission effects within and between these units". (9)

De plus, le modèle de développement par le haut est fondé sur de grands systèmes énergétiques centralisés privilégiant les économies d'échelle et la centralisation de la commande d'approvisionnement énergétique. Il se traduit par ce que Hourcade a appelé le:

"Scénario de concurrence - spécialisation où chaque pays cherche à accroître sa position par rapport au marché mondial et se spécialise dans les activités où il dispose d'avantages comparatifs, la satisfaction des besoins intérieurs

(8) Stohr, W., Taylor D.R.F., Development from Above or Below; the dialectics of regional planning in developing countries, John Wiley & Sons, 1981.

(9) IBID

étant obtenue grâce aux devises tirées de l'exportation".⁽¹⁾

Ce modèle de développement:

- favorise un style de développement semblable à celui des pays industrialisés;
- favorise un développement par inégalités au détriment des besoins fondamentaux étant orienté vers l'extérieur en matière de style de consommation;
- s'appuie sur les technologies développées dans les pays industrialisés (turbines, centrales atomiques, etc...);
- privilégie "un modèle de localisation industrielle et par suite, un développement régional fondé sur la formation de grands complexes industriels-portuaires, avec développement de grandes conurbations côtières et régression de l'intérieur".⁽²⁾

Nous croyons que les difficultés engendrées par la crise énergétique actuelle dans les pays en voie de développement ne pourront être résolues qu'en adoptant un nouveau modèle de développement capable de mobiliser toutes les ressources humaines et matérielles de pays en voie de développement. Or, l'alternative souhaitée réside dans un mo-

(1) J.P. Hourcade, *Prospective des alternatives énergétiques pour le Tiers-Monde*, dans Nouvelles de l'Ecodéveloppement, mars 1980, p.11.

(2) *IBID*, p.11

dèle de développement à travers lequel les populations démunies des régions sous-développées, pourront identifier leurs propres priorités et objectifs de développement et subordonner les influences externes aux politiques régionales et nationales. Nous assistons d'ailleurs aujourd'hui à l'émergence d'une volonté politique de la part des populations des pays en voie de développement pour une plus grande indépendance économique qui se traduit par des écoles de pensées telles que celle des besoins humains de base, l'Ecodéveloppement, l'appel à la satisfaction des besoins essentiels ou encore le "Self-Reliance".

Le Développement par le Bas

Les trois (3) dernières décennies du développement ont donné cours à de nombreuses philosophies du développement dont la thèse Rostownienne de même que d'autres modèles de développement inspirés de l'économie néo-classique qui appartiennent à l'école du Développement par le Haut.

Jusque dans les années '60, il existait un consensus dans les écoles de Développement par le Haut, à savoir que les pays en voie de développement devaient suivre le même modèle de développement que les pays industrialisés. Ce modèle favorisait le développement urbain plutôt que rural, la technologie à haut coefficient en capital plutôt que la main-d'oeuvre bon marché, la croissance industrielle plutôt que l'agriculture. Il était ainsi prévu que la ri-

chasse serait créée au sommet de la pyramide sociale et qu'elle aurait un effet de "trickle-down" dans les bidonvilles et les campagnes démunies des pays en voie de développement. Ce modèle de développement était alimenté surtout par l'énergie pétrolière. Vers la fin des années '60, d'autres types de développement visant plutôt les populations à la base de la pyramide sociale (Self-Reliance, Ecodéveloppement, développement rural intégré, etc...) s'inscrivent plutôt dans une optique de Développement par le Bas qui a pour objectif la mise en valeur des ressources naturelles et humaines d'une région, dans le but de satisfaire adéquatement les besoins humains de base et ultérieurement la réalisation d'autres objectifs de développement au-delà de ces besoins essentiels. (10)

Afin d'en arriver à une stratégie de "développement par le bas",

"Policy emphasis will need to be oriented towards; territorially-organized basic needs services, rural and village development, labour intensive activities, small and medium-sized projects, technology permitting the full employment of regional human, natural and institutional resources on a territorially integrated basis". (11)

(10) Stohr W., Taylor D. E.F., Development from Above or Below: the dialectics of regional planning in developing countries, John Wiley & Sons, 1981.

(11) 1811

Or, revenant à l'utilisation de l'énergie fossile comme source énergétique, nous nous apercevons que cette dernière est très liée au modèle de Développement par le Haut et que par conséquent, elle est très ~~peu~~ compatible avec le modèle de Développement par le Bas pour les raisons suivantes: d'abord, elle est peu adaptée aux besoins énergétiques réels des villages et des campagnes parce qu'elle nécessite un équipement coûteux, fabriqué dans les pays industrialisés et inaccessible aux populations rurales démunies. De plus, son prix ne cesse de croître en flèche.

"In the industrial world, energy is used in huge concentrations, per capita consumption is large, equipment is capital intensive and complex. Technologies thus developed are difficult to adapt to the needs for energy of the rural people. (12)

L'énergie pétrolière est liée à la technologie de pointe (générateurs, moteurs à explosion, etc...) qui n'encourage pas un recours important à la main-d'oeuvre. De plus, son utilisation freine le développement d'autres sources d'énergies (solaires, éoliennes, biomasse, etc...) disponibles dans les milieux ruraux.

Toutefois, malgré ces inconvénients, il est certain que les produits pétroliers continueront à jouer un rôle important dans l'approvisionnement énergétique des popula-

(12) CRD1, *Energy from Biomass for Developing Countries*, Ottawa, 1979, p. M9.

tions rurales et urbaines des pays en voie de développement pour quelques années encore. Nous ne nions pas l'importance de l'énergie fossile pour les pays en voie de développement.

"While the long term aim of energy policy must be to reduce the dependance on this diminishing resource (oil), the fact must be faced that during the transition no country can escape serious disruptions if its supplies of oil are drastically reduced." (13)

Enfin, nous désirons souligner l'importance d'une transition vers des sources d'énergie renouvelables pour les pays en voie de développement. Il est impératif que ces derniers identifient rapidement des sources d'énergie alternatives afin de compléter l'approvisionnement énergétique fossile qui ira en rétrécissant au fur et à mesure que son prix continuera à croître. A notre avis, les alternatives énergétiques les plus intéressantes pourront être identifiées et développées avec les populations locales en promouvant une stratégie de développement par le bas.

(13) Brandt Commission, IBID pp. 161-162.

Le tableau suivant illustre le type et les caractéristiques énergétiques inhérents aux modèles de Développement par le Haut et Développement par le Bas.

TABLEAU 1

ÉNERGIE

DÉVELOPPEMENT PAR LE HAUT	DÉVELOPPEMENT PAR LE BAS
CARACTÉRISTIQUES	CARACTÉRISTIQUES
<ul style="list-style-type: none"> - haut coefficient en capital - technologie de pointe - orienté vers les besoins urbains 	<ul style="list-style-type: none"> - haut coefficient en main-d'oeuvre - technologie appropriée - orienté vers les besoins ruraux
Types:	Types:
<ul style="list-style-type: none"> - hydroélectrique à grande échelle - thermique - nucléaire 	<ul style="list-style-type: none"> - biomasse - éolienne - solaire - hydroélectrique à petite échelle

Self-Reliance et énergies renouvelables

Si le Développement par le Bas représente une politique globale de développement pour faire échec à la dépendance de certains pays en voie de développement envers l'énergie fossile, l'option du Self-Reliance représente un plan d'action concret.

Nous définissons le Self-Reliance à l'échelle natio-

nale, comme étant, entres autres^{(14) (b)}

- (1) un dégagement des liens extérieurs internationaux qui créent une dépendance économique, sociale et politique.
- (2) Une prise de conscience nationale de la responsabilité de la population vis-à-vis de son propre développement et de sa croissance économique.
- (3) Une utilisation judicieuse des ressources nationales dans une perspective de développement. Ceci implique également une confiance en soi et dans ses propres capacités productives au niveau national.

C'est ce que Hourcade a qualifié de:

"scénario de développement endogène ou "self-reliant" où la croissance est organisée autour du marché intérieur et la mise en oeuvre maximum des ressources nationales. Dans ce cas, la spécialisation internationale devient une variable dérivée des objectifs nationaux et non plus un objectif dominant."^{(14) (a)}

Une stratégie du Self-Reliance peut s'appliquer à tous les volets de l'activité nationale aussi bien qu'à

(14) (a) Hourcade, p. 12

(14) (b) Mseka Pius, Self-Reliance as a Strategy for Development, Economic Research Bureau, paper 76,6, University of Dar Es Salaam, 1976, p.3

un domaine en particulier. Au niveau national le Self-Reliance ne signifie pas l'isolationnisme. Un état peut être très actif dans les relations internationales tout en poursuivant une politique de self-reliance. Le Self-Reliance a pour objet de contrôler les relations entretenues avec les autres états plutôt que de les éliminer.

De même, au niveau sectoriel (nous nous intéressons particulièrement au secteur énergétique) le Self-Reliance ne veut pas nécessairement signifier auto-suffisance. Ce ne sont pas, à notre avis, des synonymes. La communauté internationale est de plus en plus interdépendante. Aucun pays ne peut se dire auto-suffisant sur le plan énergétique, même pas les pays de l'OPEP. Ces derniers doivent compter sur les pays industrialisés pour mettre en valeur leurs ressources pétrolières de même que pour transformer leur pétrole en électricité grâce à des générateurs, des lignes de transmission, etc... .

Si un pays ne peut pas devenir auto-suffisant, il peut par contre compter davantage sur ses propres ressources énergétiques (renouvelables ou non) en adoptant une politique orientée vers un degré de Self-Reliance plus élevé. Dès qu'un pays en voie de développement se dirige vers une politique de Self-Reliance dans le domaine de l'énergie renouvelable, de grands progrès peuvent être réalisés, à partir de

(15) IBID, p.6

ses propres ressources pour assurer un approvisionnement énergétique sûr à la population.

L'aide extérieure en capitaux ou en assistance technique peut contribuer aux efforts de Self-Reliance national, mais en dernière analyse il revient au pays en voie de développement de mettre pleinement en valeur ses propres ressources. Ce dernier doit planifier sa production énergétique nationale de telle sorte qu'elle soit distribuée équitablement et afin qu'elle crée le maximum d'emplois. On doit également prévoir que les ressources énergétiques renouvelables autochtones seront à la disposition des générations futures. Enfin, le pays en voie de développement qui opte pour une politique de Self-Reliance dans le domaine énergétique doit prouver que ses bienfaits et le développement économique qu'elle créera seront accessibles à toutes les couches de la population.

"... there are energy resources of a considerable variety in developing countries, and many developing countries could produce a large part of their future energy needs from local sources... the first priority is for each country to explore the possibility of finding local energy resources..."⁽¹⁶⁾

(16) Barnea, Joseph, *The Energy Crisis and the Future*, Unitar, N.Y., 1975, p.59.

CONCLUSION

Il découle de ce qui précède que les pays en voie de développement rencontrent d'énormes difficultés suite à l'augmentation vertigineuse des prix du pétrole. A notre avis, ces maux sont étroitement liés au modèle de Développement par le Haut qui fut préconisé suite à l'indépendance de plusieurs pays en voie de développement. En effet, la crise énergétique a clairement démontré la dépendance des pays en voie de développement envers l'extérieur pour ce qui a trait à leur approvisionnement énergétique. (17) De plus, l'impossibilité pour certains pays en voie de développement (les pays du Sahel, par exemple) de s'approvisionner suffisamment en pétrole sur le marché international, cause un sérieux ralentissement social et économique dans ces pays.

Face à cette situation, nous préconisons un modèle de Développement par le Bas axé sur une politique de Self-Reliance dans le domaine énergétique. Or, les énergies renouvelables représentent une alternative intéressante.

Par exemple,

"Biomass as a source of energy has many advantages

(17) *"The Third World is critically dependent" on imports of machinery and transport equipment produced in the developed countries, most of which are biased towards the use of oil, either directly or indirectly through oil-generated electricity. This built-in dependence has strategic implications for the pattern as well as the potential advance of the Third World."*

for the villager of the developing world,
and enhanced self-reliance is one of the most
important ones". (18)

La biomasse⁽¹⁹⁾ n'est qu'une forme d'énergie renouvelable parmi plusieurs autres telles que l'énergie solaire, l'énergie éolienne ou l'énergie hydraulique. Toutefois, l'énergie produite par la biomasse, surtout le bois, est la forme d'énergie la plus populaire dans les pays en voie de développement. Pour les populations rurales des pays en voie de développement la biomasse demeure une source d'énergie fort appréciée parce qu'elle est facile d'accès, bon marché et bien adaptée à leurs besoins et à leur mode de vie⁽²⁰⁾. Les populations urbaines apprécient également les nombreux avantages du charbon de bois comme combustible quotidien.

(17) suite...

Surendra, I.P., Energy policies and Collective Self-Reliance of the Third World, Vienna Institute for Development, 1975, p.2.

(18) CRDI p. 120

(19) Biomasse: toute substance organique d'origine animale ou végétale.
Conseil national de recherches, Canada, 1978.

(20) In the rural sector of the developing world, biomass remains the single largest source of energy, and the challenge to provide the steadily increasing requirements on a sustained has become the objective of the highest priority.

CRDI, Energy from Biomass for the Developing World, 1978.

Il serait impossible d'étudier toutes les formes d'énergie renouvelable dans le cadre de ce travail. Afin d'éviter des généralités, au profit d'une étude plus détaillée, nous nous pencherons dans les chapitres qui suivent, sur la forêt comme source d'énergie alternative capable d'assurer un plus haut degré de Self-Reliance.

CHAPITRE 11

LE POTENTIEL DE L'ÉNERGIE FORESTIÈRE DANS LE DÉVELOPPEMENT RÛRAL DES PAYS OUEST-AFRICAINS

TABLE DES MATIERES

	Page
Introduction	(28)
A) Pourquoi les zones rurales ont-elles besoin de plus d'énergie?.....	(29)
- approvisionnement énergétique.....	(34)
- le rôle de l'énergie forestière dans les zones rurales des pays en voie de développement.....	(36)
/	
B) Le potentiel énergétique des forêts.....	(39)
C) Augmenter la production d'énergie forestière.....	(40)
- les forêts denses.....	(41)
- les forêts de savane.....	(44)
- les plantations forestières.....	(48)
D) La production d'énergie forestière et l'environnement.....	(49)
E) L'énergie forestière et l'espace rural.....	(51)
F) Etude de cas: le Ghana.....	(55)
G) Economiser l'énergie forestière à la consommation.....	(57)
Conclusion.....	(60)

Introduction

Les centres urbains africains ont été favorisés par les échanges entre les colonies et les métropoles , dans le passé de même qu'après l'indépendance. Ce long processus a résulté en un déséquilibre marqué entre la ville et la campagne qui s'est traduit par l'exode rural, la surpopulation des villes, le chômage et l'appauvrissement généralisé des campagnes. Depuis quelques années nous assistons à une remise en question, par les agences d'aide internationales, de leur politique d'aide au développement. Le développement rural a pris beaucoup d'importance et certains projets visant l'industrialisation massive des centres urbains, furent mis en veilleuse au profit des priorités rurales telles que la satisfaction des besoins humains de base, ou des projets de développement rural intégré. En Afrique de l'Ouest, les zones rurales renferment plus de 80% de la population. Le développement de ces pays devra donc nécessairement passer par l'intégration de cette majorité de la population au processus de développement économique, social et politique.

La disponibilité d'énergie est à la base de tout développement rural. Le but de ce chapitre est de démontrer qu'une augmentation de la disponibilité d'énergie dans les zones rurales des pays ouest-africains est le

premier pas vers une amélioration des conditions de vie dans les campagnes.

Nous tenterons également de démontrer le grand potentiel que représente l'énergie forestière pour les populations rurales des pays en voie de développement. En effet, l'énergie forestière qui fut, depuis toujours, la principale source d'énergie pour les populations rurales des pays ouest-africains, peut à travers un aménagement sérieux et la participation des populations intéressées, devenir le moteur du développement rural ouest-africain.

Pourquoi les zones rurales ont-elles besoin de plus d'énergie?

Plusieurs études depuis 1975 ont tenté de quantifier les besoins énergétiques des zones rurales dans les pays en voie de développement. Selon les résultats obtenus par Reddy et Prasad,⁽¹⁾ le minimum d'énergie requis, en moyenne, pour assurer une vie adéquate ("minimum requirement for a satisfactory life") pour les populations tant rurales qu'urbaines des pays en voie de développement, se situe à 43 GJ/habitant/an. Or, il semble que la majorité de la population des zones rurales des pays en voie de développement, aujourd'hui, a une consommation nettement inférieure à ce minimum.

(1) A. Reddy et K.K. Prasad, "Technological alternatives and the industrial energy crisis" dans Economic and Political Weekly, Edition Spéciale, août 1977.

(2)

En effet, Dunkerly rapportait récemment que la consommation annuelle par habitant "by the rural and urban poor in much of Africa and Asia amounts to about 10 GJ. In Latin America it appears to be higher at about 30 GJ".

Basé sur ces données, le tableau suivant montre la situation énergétique des populations des pays en voie de développement par rapport au minimum énergétique requis pour assurer une vie adéquate:

TABLEAU 1

	<u>par hab./an</u>	<u>Equivalent en tonne énergie de charbon</u>
Minimum	43 GJ *	1.3
Amérique latine	30 GJ	.9
Asie et Afrique	10 GJ	.3

Tableau basé sur les données de Dunkerly: ibid.

Vu la carence d'énergie dans les régions rurales des pays en voie de développement, il s'avère que des efforts visant à satisfaire les besoins humains de base de ces populations, devront passer par un accroissement de la disponibilité d'énergie en milieu rural.

(2) Dunkerly J. , Patterns of Energy Consumption by the Rural and Urban Poor in Developing Countries, U.N. Natural Resources Forum, July. 1979.

* Voir à la page 63 pour abréviations et définitions.

Ainsi, une des grandes fonctions de l'énergie dans ce milieu sera d'améliorer la qualité de la vie. En effet, la satisfaction des besoins humains de base (alimentation, logement, vêtement, santé, éducation) nécessite d'abord et avant tout de l'énergie.

"Energy is the limiting factor of development. Development means a change from a situation where basic human needs... go unsatisfied to a situation where these needs are met. Any such transformation involves energy whether it be smelting iron ore to form steel or turning a malnourished impoverished child into a healthy adult capable of achieving full human potential". (1)

De plus, un accroissement de la quantité d'énergie disponible dans les régions rurales des pays en voie de développement libérerait la population de corvées domestiques particulièrement ardues, telles que le labourage manuel des champs, le moulage manuel du grain, etc...

L'augmentation de la disponibilité d'énergie en zone rurale fournirait plus d'eau potable, ou d'eau chaude. Elle permettrait un éclairage adéquat la nuit. Elle encouragerait la substitution de bonnes sources

(1) Henry, D.A., *Energy and Development: Fueling Change, in Mobilizing Technology for World Development*, Praeger Special Studies, 1979.

d'énergie, propres et efficaces, aux combustibles malsains tels que la bouse de vache séchée ou les résidus agricoles qui produisent beaucoup de fumée, et qui ont une valeur calorifique relativement faible par rapport au bois ou au charbon de bois, par exemple.

L'énergie rendue plus disponible en zone rurale augmenterait la productivité des populations qui y vivent. Grâce à de nouvelles sources d'énergie, les paysans pourraient s'adonner à des tâches plus productives. Par exemple, il a été estimé qu'un villageois adulte en Afrique, passe plus de trois (3) heures par jour à transporter de l'eau, à ramasser du bois ou à moulin⁽¹⁾ du grain en farine. Libéré de ces travaux répétitifs et peu productifs, le paysan pourrait consacrer davantage de son temps à des activités plus rentables telles que l'agrandissement de ses terres, une culture plus intensive, ou porter plus de soins à son bétail. Ce temps pourrait également être consacré à un meilleur entreposage des récoltes ou au travail d'artisanat, ce qui se traduirait en une augmentation de la productivité en zone rurale.

Soulignons également que plus d'énergie dans

(1) Howe, W.J. *Energy for the Village of Africa*, Overseas Development Council, Washington, 1977, p.3

les campagnes des pays en voie de développement représenterait une source de chaleur pour sécher les récoltes ou le poisson des lacs et rivières. Les petites industries rurales profiteraient également de nouvelles sources d'énergie. En effet, à cause du fractionnement des terres et de la croissance démographique élevée en zone rurale, il deviendra indispensable de créer des emplois dans les petites industries rurales afin d'absorber l'excès de main-d'œuvre dans ces zones. Comme le souligne Revelle:

"With the small and decreasing size of agricultural land-holdings per farm family and the growing numbers of rural people without land, it will probably be impossible to raise rural average incomes to a satisfactory level unless employment can be increased through the development of small industries in the countryside". (1)

Le développement de petites industries rurales dépendra de la disponibilité d'énergie après que les travaux agricoles auront été terminés. Ainsi, l'essor de la petite industrie fera suite à la satisfaction des besoins énergétiques agricoles. Toutefois, dans ces deux (2) cas, l'apport d'énergies nouvelles aura pour but de compléter (et non de remplacer) l'énergie humaine afin d'augmenter la productivité et le ni-

(1) Revelle, R. "Requirements for Energy in the Rural Areas of Developing Countries," in Renewable Energy and Rural Applications in the Developing World, AAAS, Westview Press, Boulder, Colorado, 1978, p. 25

veau de vie des zones rurales. Cette idée est bien formulée par Reville lorsqu'il dit:

"....We are concerned with increasing human productivity by supplementing (but not supplanting) human labour with electrical, chemical, or mechanical energy. In the long (2) run, there is no other way to raise incomes".

Ainsi, en augmentant la productivité et le niveau de vie des populations rurales, grâce à un accroissement de la disponibilité d'énergie, les populations rurales pourront d'une part, satisfaire leurs besoins humains de base, et d'autre part, graduellement, freiner l'exode rural vers les centres urbains.

Approvisionnement énergétique

Si, pour les raisons que nous avons développées ci-dessus, les milieux ruraux ont besoin de plus d'énergie pour augmenter leur productivité et leur niveau de vie, nous devons maintenant considérer la source de cette énergie. Dans Energy for the Villages of Africa cette question importante nous est posée de la façon suivante:

"If village energy is needed now, the second rural energy question for African policymakers is whether energy must be delivered to the villages from the outside through power lines or a fuel delivery system, or whether technology exists that can draw useable energy from renewable sources available to the village on site such as wind, sun, flowing

(2) *IBID*, p.26

(1)

water, or organic wastes".

En résumé, cette nouvelle source d'énergie destinée aux populations rurales doit-elle venir de l'extérieur des régions rurales (c'est-à-dire des centres urbains, ou de centrales dépendantes de la technologie urbaine) ou doit-elle plutôt venir de l'intérieur des régions rurales elles-mêmes? Nous croyons que les régions rurales devront être génératrices de leurs propres besoins énergétiques pour les trois (3) raisons suivantes: (2) Premièrement, il existe présentement une vaste gamme de technologies simples et peu coûteuses bien adaptées aux besoins des populations rurales capables de produire l'énergie qui leur est nécessaire (digesteurs bio-gaz, moulins à vent, petits fours à carboniser le bois, etc...) Deuxièmement, dans le passé, les régions rurales des pays en voie de développement ont été lésées par la distribution d'énergie en provenance des centres urbains parce que le développement du potentiel énergétique urbain s'est fait au détriment du potentiel énergétique rural jusqu'à nos jours. Troisièmement, les sources d'énergie fossile (gaz et huile) sont de plus en plus rares et leur prix les rend inaccessibles aux populations rurales qui devront se tourner vers de nouvel-

(1) *Op. cit.* p.3

(2) Les trois (3) points sont étudiés plus en détail dans Energy for the Villages of Africa, pages 4 et 5.

velles sources d'énergie pour assurer leur développement.

L'énergie renouvelable constitue selon nous plus grand potentiel énergétique des populations rurales. Le soleil, le vent, l'eau et la biomasse, sont les quatre (4) piliers de ce type d'énergie renouvelable. Dans les pages qui suivent, nous étudierons plus particulièrement le potentiel énergétique que la biomasse forestière représente pour les régions rurales des pays en voie de développement.

Le rôle de l'énergie forestière dans les zones rurales des pays en voie de développement.

Durant les années '60 et 70', tant les pays industrialisés que les pays en voie de développement, prenaient pour acquis que l'utilisation de l'énergie forestière, très répandue dans les pays en voie de développement, serait rapidement supplantée par des formes plus modernes d'énergie telles que le pétrole, l'électricité ou encore l'énergie solaire ou nucléaire. C'était l'évolution que les pays industrialisés avaient suivie au cours de leur développement économique, et il semblait inévitable, à cette époque, que les pays en voie de développement suivent le même itinéraire.

Or, ces prévisions ne se sont pas concrétisées. Bien au contraire, plutôt que de voir l'usage de l'éner-

gie forestière décroître, sa popularité n'a fait qu'augmenter, en particulier sur le continent africain. Comme le signale Poulsen,

"The consumption of fuel wood has been climbing steadily on the African continent. It has reached a level of 300 million cubic metres annually, and most people now recognize that there is little hope of oil and natural gas progressively replacing such a large amount of firewood".(1)

Poulsen nous fait également remarquer qu'avec la pénurie croissante du pétrole, les pays en voie de développement et leurs régions rurales en particulier, seront obligés de recourir à l'énergie forestière pour satisfaire leurs besoins énergétiques croissants:

"...with the expected exhaustion of fossil fuel resources within the next 30-50 years, the world is likely to become more and more dependent on renewable energy sources such as wood. It can be expected therefore that instead of declining, the consumption of fuel-wood in Africa will continue to climb far above the present level".(2)

Openshaw⁽³⁾ dans un récent article remarquait que près de 50% de la population mondiale dépend presque exclusivement du bois pour satisfaire ses besoins énergétiques et que selon lui:

(1) Gunnar Poulsen, Man the Tree in Tropical Africa, IDRC, Ottawa, 1978, p.12
Ce thème est également repris par Ekholm, E.P., The Other Energy Crisis: Firewood, Worldwatch Institute, Washington, D.C., 1975.

(2) IBID, p.12

(3) Keith Openshaw, Wood-Fuel, A time for Reassessment U.N. Natural Resources Forum, Octobre 1978, p.42

(if)... "many people decide to switch to more convenient fuels, then the demands on other forms of energy, both in the short and medium term would become intolerable".

Nous partageons entièrement ces prévisions de Poulsen et Openshaw concernant la croissance de l'utilisation de l'énergie forestière en Afrique et particulièrement dans les zones rurales. D'ailleurs, selon Earl, la croissance de l'utilisation de l'énergie forestière tant dans les pays en voie de développement que dans les pays industrialisés d'ici l'an 2000, se chiffre comme suit:

TABLEAU 2

Bois de chauffe- consommation passée, présente et à venir
($m^3 \times 10^6$)

Région	1960 ⁽¹⁾	1970 ⁽²⁾	1975 ⁽¹⁾	1980 ⁽³⁾	Rapport % 1960-70 1960=100
Europe	91	62	74	58	68
U.S.S.R.	98	87	80	82	89
North America	48	19	34 ⁽⁵⁾	14	40
Latin America	188	223	220 ⁽⁵⁾	244	119
Africa	208	255	246	312	123
Asia Pacific	397	475	545	626	120
World	1030	1120	1199	1335	109

Bois de chauffe: consommation passée, présente et à venir per capita (m³)

Région	1960 ⁽¹⁾	1970 ⁽⁴⁾	1975 ⁽⁴⁾	1980 ⁽⁴⁾	Rapport en % 1960-70 1960=100
Europe	0.20	0.13	0.12	0.10	65
U.S.S.R.	0.45	0.36	0.31	0.29	80
North America	0.24	0.09	0.14 ⁽⁵⁾	0.05	38
Latin America	0.88	0.80	0.70 ⁽⁵⁾	0.72	91
Africa	0.75	0.73	0.63	0.66	97
Asia Pacific	0.24	0.23	0.25	0.27	96
World	0.34	0.31	0.30	0.30	91

Ces chiffres indiquent clairement que la demande globale d'énergie forestière dans les pays en voie de développement connaîtra une croissance substantielle d'ici l'an 2000.

Le potentiel énergétique des forêts.

Comme nous avons voulu le montrer dans les pages précédentes, premièrement, le développement des zones rurales des pays en voie de développement passera par un accroissement de la disponibilité d'énergie dans ces régions; et deuxièmement, l'énergie forestière verra son

(1) Source: Wood: world trends and prospects F.A.O. (1966b)

(2) Source: Yearbook of forest products 1972 F.A.O. (1974)

(3) Source: Agricultural commodity projections 1970-80 F.A.O. (1971)

(4) Calculated by Earl from populations mid-1971, IBRI 72, extrapolated at 1,4% for developed regions and 2,3% for developing regions.

(5) It seems likely that Mexico (10 million m³) was included in the North American total and excluded from latin America.

Earl, E., Forest Energy and Economic Development, Clarendon Press, Oxford, 1975.

rôle comme source d'énergie prendre de l'importance dans les années à venir. Face à cette demande croissante d'énergie en milieu rural, il est devenu urgent d'augmenter la quantité d'énergie disponible pour les populations rurales.

Or, il existe deux (2) façons d'accroître la quantité d'énergie forestière disponible dans les zones rurales des pays en voie de développement. Premièrement, en augmentant l'économie d'énergie forestière à la consommation.

L'Afrique de l'Ouest se prête particulièrement bien à une étude portant sur les possibilités d'augmenter la production d'énergie forestière. Dans les pages qui suivent, nous tenterons de relever le potentiel énergétique que renferment les forêts tropicales ouest-africaines.

Pour ce qui a trait à l'économie de l'énergie forestière à la consommation, nous en traiterons un peu plus loin.

Augmenter la production d'énergie forestière

Les forêts ouest-africaines offrent un potentiel énergétique important, qui, quoique exploité depuis des millénaires, ne fournit aujourd'hui qu'une fraction de

l'énergie qu'elles renferment. Ces forêts tropicales peuvent être divisées en deux (2) types, essentiellement différents, tant sur le plan physionomique que climatique: (1)

- les forêts denses: à couvert continu dont l'étage dominant peut atteindre 40-50 mètres de hauteur, exigeant une pluviométrie annuelle comprise entre 1,200mm et 4,500/5000mm;
- les forêts de savanes: à couvert discontinu recouvrant un tapis herbacé dont l'étage dominant dépasse rarement 15-20m. de hauteur, se contentant d'une pluviométrie annuelle comprise entre 300 mm et 1200 mm.

En Afrique de l'Ouest, les forêts denses sont situées dans les pays côtiers, tandis qu'on retrouve les forêts de savanes tant dans le nord des pays côtiers que dans certains pays sahéliens. Voyons quel est le potentiel énergétique de chacune de ces deux (2) formations.

Les forêts denses

Ce type de forêt renferme un volume de bois sur pied compris entre 200 et 500 m³/ha si l'on tient compte des plus grosses branches. A l'état vert, ce bois pèse

(1) Catinot, R., "Comment utiliser les forêts comme source d'énergie Prospective sur leur potentialité actuelle et future" dans Bois et Forêts des tropiques, CTFT, no. 184, mars-avril 1979, p.8

1 tonne/m³, ce qui représente entre 200 et 500 tonnes de bois/ha. Selon R. Catinot on retrouve 3,300 cal./g pour un kg de bois de forêt dense à 15% d'humidité.

Donc, un hectare de forêt tropicale dense a un pouvoir calorifique de 45 à 100 TEP⁽¹⁾ ce qui correspond à une énergie potentielle comprise entre 150,000 kwh et 350,000 kwh.

Dans le cas d'une coupe à blanc, Catinot estime que la période de régénération pour une forêt tropicale dense serait de 50 ans, soit une productivité d'entre .9 et 2 TEP/ha/an sans autre intervention humaine que les coupes d'exploitation.

En appliquant ces données à des boisés de forêts tropicales, Catinot estime qu'on pourrait produire annuellement et indéfiniment les quantités d'énergie suivantes:

"A titre d'exemple, calculons ce que produirait... la coupe réglée de trois (3) massifs forestiers d'une superficie respective de 100,000 ha, 500,000 ha., 1,000,000ha basée sur une rotation de 50 ans".

(1) TEP: tonne équivalent pétrole

TABLEAU 3

Superficie globale du massif	Durée de la rotation	Superficie annuelle abattue	Energie annuelle produite
100,000 ha	50 ans	2,000 ha.	90,000 TEP à 200,000 TEP
500,000 ha	50 ans	10,000 ha	450,000 TEP à 1,000,000 TEP
1,000,000 ha	50 ans	20,000 ha	900,000 TEP à 2,000,000 TEP

Les chiffres ci-dessus représentent un capital énergétique important pour les pays ouest-africains bien dotés de forêts denses tropicales. Inutile d'insister sur la nature théorique de tels calculs car il faut également tenir compte des aspects écologiques, sociaux et économiques dans un programme visant à utiliser d'aussi grands massifs forestiers pour la production d'énergie. Ce sont là des obstacles importants, mais pas insurmontables dans la mesure où la production d'énergie forestière profite réellement aux populations rurales des pays où elle s'effectue.

(1) *IBID.*

Les forêts de savanes

Ces forêts ont une productivité très inférieure aux forêts denses à cause des conditions écologiques beaucoup moins favorables et à cause du passage fréquent de feux de brousse. Selon Catinot, elles renferment un volume de bois sur pied compris entre quelques m^3 et $100 m^3$ par hectare dans les meilleures conditions pour une découpe égale ou supérieure à 10 cm de diamètre. Un mètre cube (m^3) de bois des savanes pèse en moyenne 800 kg.

En reprenant le critère de 3,300 cal./g pour 1 kg de bois à 15% d'humidité, on peut estimer que le pouvoir calorifique du bois contenu dans un hectare de savane, varie de 0 à 20 TEP, ce qui correspond à une énergie potentielle comprise entre 0 et 600 kwh.

Le Centre Technique Forestier Tropical avance les chiffres suivants correspondant à des rotations de coupe de 10 ans: ⁽¹⁾

- sous climat sahélien, 1 ha de savane naturelle produit de 1 à 2 stères/ha/an soit: 0,15 à 0,30 TEP/ha/an;
- sous climat soudanien, 1 ha de savane naturelle produit de 2 à 4 stères/ha/an soit: 0,30 à 0,60 TEP/ha/an;

(1) IBID, page 12.

- sous climat guinéen, 1 ha de savane naturelle produit de 4 à 7 stères/ha/an soit: 0,60 à 1,00 TEP/ha/an.

Catinot a calculé ce que produirait annuellement la coupe réglée de trois (3) massifs forestiers de savane d'une superficie respective de 100,000 ha, 500,000 ha et de 1,000,000 ha basée sur une rotation de 10 ans. Ses calculs apparaissent dans le tableau suivant:

Superficie globale du massif	Durée de la rotation	Sup. annuelle abattue	Energie annuelle produite
100,000 ha	10 ans	10,000 ha	15,000 TEP à 100,000 TEP
500,000 ha	10 ans	50,000 ha	75,000 TEP à 500,000 TEP
1,000,000 ha	10 ans	100,000 ha	150,000 TEP à 1,000,000 TEP

(Catinot)

De nombreux pays Ouest-Africains disposent d'importantes régions de savanes boisées. Aussi, selon Catinot,

"On doit reconnaître que cette ressource énergétique indéfiniment renouvelable pourrait être dans l'avenir, d'autant plus précieuse que ces pays sont en général éloignés de la mer et disposent de ressources énergé-

tiques insignifiantes". (1)

46.

Or, les chiffres qui précèdent, démontrent dramatiquement le potentiel énergétique énorme que renferment les forêts naturelles. *

* Il est intéressant de noter que ces chiffres peuvent varier selon la valeur énergétique attribuée au pétrole ou selon l'efficacité de conversion BTU - kwh adoptée dans les calculations.

(1) IBID, page 1

Le tableau suivant résume ces données.

FORETS DENSES 1,200,000,000 ha				SAVANES			
Vol. de bois sur pied/ha 200 à 500 m ³ /ha 1 m ³ (vert) pèse 1,000 kg Pouvoir calorifique/ha 45 à 100 TEP ou de 150,000 à 350,000 Kwh Productivité: de .9 à 2 TEP/ha/an				Vol. de bois sur pied/ha de quelques m ³ à 100 m ³ /ha 1 m ³ (vert) pèse 800 kg Pouvoir calorifique/ha 0 à 20 TEP 0 à 60,000 Kwh Production TEP/ha/an Sahélien .15 à .30 TEP/ ha/an Soudanien .30 à .60 TEP/ ha/an Guinéen .60 à 1.0 TEP/ ha/an			
Super- ficie du massif (ha)	Rota- tion	Super- ficie annuel- le abat- tue	Energie annuel- le pro- duite	Super- ficie du mas- sif	Rota- tion	Super- ficie annuel- le abat- tue (ha)	Energie annuel- le pro- duite
100,000	50 ans	2000	90,000 à 200,000	100,000	10	10,000	15,000 à 100,000
500,000	50 ans	10,000	450,000 à 1,000,000	500,000	10	50,000	75,000 à 500,000
1,000,000	50 ans	20,000	900,000 à 2,000,000	1,000,000	10	100,000	150,000 à 1,000,000

N.B. Tableau d'après les données de Catinot

Les plantations forestières tropicales et leur potentiel énergétique.

Les plantations forestières tropicales représentent également un énorme potentiel énergétique pour les pays Ouest-africains.

"Toutes choses étant égales par ailleurs (fertilité des sols, topographie, travail du sol, etc...), les plantations forestières tropicales atteignent dans un laps de temps beaucoup plus court que sous d'autres écologies, une productivité bien satisfaisante."

Selon Catinot, le tableau ci-dessous indique ce que pourraient produire des plantations forestières à base d'Eucalyptus en vue d'une production d'énergie:

TABEAU 4 (1)

Pluvio- métrie mm/an	Produc- tivité m ³ /ha/an	Produc- tivité TEP/ha/an	Age de l'explo- itation	Produc- tivité globale m ³ /ha	Produc- tivité globale TEP/ha
300 P 600	3 à 4	0,66 à 0,80	7	21 à 28	4,6 à 35,6
600 P 800	4 à 8	0,80 à 1,60	7	28 à 56	5,6 à 11,1
800 P 1000	15 à 25	3 à 5	7	105 à 175	21 à 45
P 1000	25 à 50	5 à 10	7	175 à 350	35 à 70

(1) Catinot, page 12.

Ces chiffres indiquent très clairement l'importance de la pluviométrie sur la productivité des différentes plantations.

La forte productivité des plantations forestières tropicales, telle que décrite dans les tableaux précédents, montre tout l'intérêt économique et financier que pourraient retirer les pays ouest-africains de la production d'énergie forestière. Surtout les pays sahé-liens, pauvres en énergie et à court de devises. Or, il est certain qu'une éventuelle production d'énergie forestière de grande envergure devra passer par "l'étude d'un aménagement cohérent qui ... devrait être agro-sylvo-pastoral".⁽¹⁾

La production d'énergie forestière et l'environnement.

Les conséquences écologiques de la mise sur pied de grands programmes de production d'énergie forestière peuvent être très sérieuses. Toutefois, nous croyons qu'à travers un aménagement sérieux des ressources forestières et une protection efficace des boisés réservés à la production d'énergie, il est possible d'éviter la dégradation de l'environnement. Surtout que l'intérêt régional et national réside avant tout dans la qualité renouvelable

(1) Catinet, page 18.

des forêts. Seuls des soins et prévisions en vue d'une régénération saine et équilibrée des forêts consacrées à la production d'énergie forestière, pourront assurer des approvisionnements futurs.

Les pays possédant de grandes étendues de savanes, les pays sahéliens en particulier, seront particulièrement soucieux d'assurer la régénération de leurs forêts pour les raisons suivantes:

- ils sont éloignés de la mer (souvent même ils sont enclavés), ce qui rend leurs coûts de transport des produits pétroliers très élevés;
- ce sont des pays à produit national brut relativement faible ayant peu de devises disponibles pour acheter les produits pétroliers très coûteux.

Or, face à ces limites naturelles et économiques contraignantes, il sera dans l'intérêt de ces pays d'assurer la conservation et la régénération des forêts, qui, sur le plan énergétique, représentent une alternative très intéressante à la dépendance engendrée par l'approvisionnement énergétique sur le marché mondial.

La protection de ces forêts se fera par la protection contre le feu, la régénération artificielle, la sensibilisation de la population rurale à l'importance des ressources forestières. (1)

(1) Ce n'est pas le but de ce travail que de relever tous les mécanismes disponibles pour protéger les forêts, mais plutôt d'exposer leur potentiel énergétique. Pour plus de détails sur l'aspect écologique des forêts tropicales voir: UNESCO, Tropical Forest Ecosystems,

L'énergie forestière dans l'espace rural

Le développement des ressources forestières dans le but de produire de l'énergie se fera nécessairement en milieu rural. Ceci aura pour effet d'apporter d'importantes retombées économiques pour les populations qui y vivent.⁽¹⁾

Or, l'aménagement de l'espace rural devra tenir compte à l'avenir de la protection des forêts et réserver une partie du territoire pour la production continue d'énergie forestière.

"Dans la pratique, un tel aménagement intégrant les forêts et leur énergie potentielle dans l'espace rural s'opérera à partir d'études sur photographies aériennes, des sondages des potentiels forestiers au sol, d'études pédologiques, d'études de vocation des sols et évidemment d'enquêtes socio-économiques et politiques".⁽²⁾

Ces recherches permettront de réserver les territoires les plus appropriés à la production de l'énergie forestière. Un tel aménagement aura aussi l'avantage de contrôler la coupe du bois de chauffe en zones rurales dans certains secteurs.

... 1978

(1) Nous traiterons plus en détail de cet aspect économique dans le prochain chapitre.

(2) Catinot, p.19.

Catinot a schématisé un tel aménagement à partir de deux (2) villages voisins dans le tableau suivant:

Exemple - Type de schéma d'aménagement

Un tel aménagement représente un idéal vers lequel il faut tendre, mais qui demeure assez difficile à réaliser à court terme. Toutefois, dans un avenir rapproché, il serait souhaitable d'appliquer les quelques recommandations qui suivent avec les régions rurales. ⁽¹⁾

(1) Pour plus de détail sur certains de ces points, voir: Sheperd, K. E. "Energy from the Forest: an exercise in community forestry for developing countries", dans Forestry in National Development, Australian Nat.Lib.⁷⁹

Premièrement, reboiser toutes les parcelles de terre inutilisées dans le but de produire davantage de bois de chauffe. Ainsi, le bord des routes et des rivières de même que les bordures des champs pourraient être reboisés graduellement et protégés des animaux.

Deuxièmement, sensibiliser les populations rurales à l'importance de soutenir la production d'énergie forestière. Il faut à travers les écoles et les centres ruraux, apprendre aux populations à gérer leurs boisés avec autant de soin et d'adresse qu'ils portent à leurs terres.⁽¹⁾

Troisièmement, des modèles d'aménagement agro-sylvo-pastoraux doivent être étudiés comme modèles à suivre. Ainsi, les bonnes pratiques forestières pourront s'intégrer à un modèle global d'agriculture qui inclurait tant l'élevage que l'agriculture et la foresterie.

Quatrièmement, les résidus créés par l'industrie forestière, devraient être récupérés tant dans la forêt

(1) "Sans un bon service de vulgarisation, tous les efforts des fonctionnaires, des chercheurs et des enseignants, ne pourraient guère dépasser le stade d'accumulation de piles, et de plus en plus hautes, de documents intéressants, dans les bureaux gouvernementaux".

qu'à l'usine. Les résidus laissés sur les chantiers de coupe de même qu'aux scieries représentent une source importante d'énergie forestière. Par exemple, au Ghana en 1973, 31% de tout le bois coupé devenait résidu forestier, soit 3,100,000m³. (1)

Enfin, la technologie utilisée pour produire du charbon de bois devrait être améliorée. Par exemple, toujours au Ghana, Siwek⁽²⁾ rapportait que l'efficacité de conversion des fours traditionnels ghanéens était de 5% à 15% du poids du bois. Or, des technologies fort adaptées aux conditions ghanéennes existent ayant une productivité de 25% du poids du bois. En 1973, l'industrie de production de charbon de bois produisait 100,000 tonnes de ce produit.

Or, la technologie plus moderne (dans ce cas des fours métalliques portatifs) aurait pu produire 250,000 tonnes de charbon à partir de la même quantité de bois.

Ainsi, une technologie plus efficace représente un accroissement de la productivité, voire même une économie de la matière ligneuse.

(1) Poulsen G., *Le rôle des arbres dans le contexte d'une utilisation globale et intégrée des terres en zones arides et semi-arides d'Afrique.*
 Dans le Rôle des Arbres au Sahel, CRDI, 1980, p.11-12

(2) Siwek K., *Development of Charcoal Production in Ghana*
 Ghana Investment Centre, Investment Journal, Vol.5
 No.2, April/June, 1974.

Etude de cas: le Ghana

A titre d'exemple, voyons comment de tels calculs pourraient s'appliquer à un pays ouest-africain doté des deux (2) formations forestières que nous avons étudiées.

Au Ghana, on retrouve 370,000 ha de forêt de savane de 1,680,000 ha de haute futaie tropicale (HFT), forêts denses, administrées par le Ministère des Forêts. ⁽¹⁾

Si le Ministère des Forêts affectait 100,000 ha de forêt de savane à la production d'énergie forestière, selon les calculs que nous avons présentés, on obtiendrait la production d'énergie annuelle suivante:

Superficie globale du massif	Durée de la rotation	Superficie annuelle abattue	Energie annuelle produite
100,000 ha	50 ans	2,000 ha	15,000 TEP à 100,000 TEP

De plus, si 500,000 ha de forêts denses étaient affectées à la production d'énergie forestière, on obtiendrait la production annuelle d'énergie suivante:

Superficie globale du massif	Durée de la rotation	Superficie annuelle abattue	Energie annuelle produite
500,000	50 ans	10,000 ha	450,000 à 1,000,000 TEP

(1) ACII, *Mission d'étude sur l'énergie forestière en Afrique de l'Ouest*, Ottawa, 1978.

Ainsi, en affectant ces deux (2) massifs forestiers à la production d'énergie forestière, le Ghana pourrait produire entre 465,000 TEP et 1,000,000 TEP annuellement. Ces chiffres expriment le potentiel énergétique de coupes suivies de régénération naturelle. Or, la production d'énergie forestière à partir de plantations, serait encore plus importante.

Economiser l'énergie forestière à la consommation

Si le potentiel énergétique des forêts ouest-africaines est grand, les possibilités d'économiser l'énergie forestière lors de la consommation, l'est également. Beaucoup d'énergie est gaspillée lors de la cuisson des aliments sur des feux de bois ouverts parce que

"Only a small fraction of the heat of combustion actually serves to boil the rice; most of it escapes outside the cooking pot. As a result the energy going into the cooking process is about 10% of the total energy in the fuel in contrast to about 30% in a modern gas stove". (1)

Or, selon une récente étude au Sahel, il est possible de réduire la consommation du bois à la moitié pour la même cuisson, en remplaçant le feu ouvert par un foyer fermé. En Haute-Volta, par exemple, on pourrait:

"Selon la pénétration plus ou moins rapide de l'innovation sur le plan national, réduire la consommation (d'énergie forestière) de 10 à 30% par exemple en cinq (5) ans, ce qui représente une économie nette de plusieurs millions de m³ pour l'ensemble de la région". (2)

(1) Revelle, R., Requirements for Energy in the Rural Areas of Developing Countries, page 18.

(2) CILSS, L'amélioration des foyers pour l'utilisation domestique du bois de feu: ses possibilités et son impact au Sahel, Ouagadougou, mai 79, p. 14.

En passant du "feu à trois pierres" à des cuisinières en terre cuite, on peut économiser plus des deux tiers du bois.

La "marmite norvégienne"

C'est une boîte dont toutes les parois et le couvercle sont isolés par du foin, de la paille ou toute autre matière isolante.

- On y place la marmite qu'on porte à l'ébullition.
- La cuisson se fait alors sans feu, car la température ne baisse que lentement.
- Au besoin, on met d'abord au fond ⁽³⁾ une pierre chauffée au feu.

(3) CILSS, *L'énergie dans la stratégie de développement du Sahel*, 1978, p.50 à 52.

Ces cuisinières artisanales sont généralement réalisées sur place à partir d'argile et possèdent un foyer fermé, des trous pour placer les récipients à chauffer et une courte cheminée pour le tirage. Leur rendement énergétique, selon les modèles, varie entre 15 et 25% environ.

"Outre leur avantage essentiel de consommer trois (3) fois moins de bois, ces cuisinières permettent de brûler des combustibles médiocres, sans fumée (déchets végétaux par exemple), et de disposer d'eau chaude en permanence".

Toutefois, le succès de l'introduction des foyers améliorés dépendra de son degré d'intégration "aux projets de développement rural visant notamment l'amélioration de l'environnement, l'autosuffisance alimentaire et l'éducation nutritionnelle, l'allégement des corvées domestiques et l'amélioration des revenus monétaires des femmes, surtout rurales".⁽¹⁾

(1) *IBID*, page V

Conclusion

La "crise de l'énergie" a pris dans les régions rurales des pays ouest-africains, une dimension inquiétante: l'équilibre entre l'offre limitée et la demande croissante d'énergie forestière est sérieusement menacé. Le rétablissement de cet équilibre fondamental au développement rural suppose un effort de production accru en même temps qu'un effort d'économie du bois à la consommation.

Ce travail a tenté de démontrer qu'il existe bon espoir de résoudre le problème de l'énergie forestière en milieu rural tant du côté production que du côté consommation.

Les populations rurales ont à leur disposition de vastes étendues de forêts denses et de savanes qui représentent un important potentiel énergétique s'il est bien exploité en tenant compte des contraintes écologiques et sociologiques du milieu.

De plus, il n'y a eu jusqu'à présent pratiquement aucun effort de fait pour économiser l'énergie forestière à la consommation. Or, il est reconnu que de très simples améliorations technologiques apportées aux fours domestiques pourraient économiser des millions de m³ de bois chaque année.

Enfin, soulignons que quoique de véritables solutions existent pour résoudre le problème de l'énergie forestière dans les pays en voie de développement, leur succès dépend pour une large part de leur intégration aux projets de développement rural.

Dans les pages qui suivent, nous analyserons les avantages que les pays en voie de développement peuvent tirer de l'exploitation rationnelle de l'énergie forestière.

* * * * *

ANNEXE

Abréviations et définitions

- 1) J = Joule = 0.239 calorie
- 2) GJ = Giga Joule = 0.239 calorie x 10^9
- 3) MJ = Mega Joule = 0.239 calorie x 10^6
- 4) m^3 = mètre cube = 35.316 pieds³
- 5) m^3/ha = mètre cube par hectare = 14.921 pieds³/acre.
- 6) ha = hectare = 10,000 m^2 2.471 acres
- 7) km^2 = kilomètre carré = 100 hectares
- 8) Kwh = kilowatt heure = 3.6 MJ (megajoules)

CHAPITRE 111

"LES AVANTAGES RELIÉS À LA PRODUCTION D'ÉNERGIE
FORESTIÈRE POUR LES RÉGIONS RURALES ET LES CEN-
TRES URBAINS EN AFRIQUE."

TABLE DES MATIERES

Page

Introduction.....	(66)
Qu'est-ce que l'énergie forestière?.....	(66)
Le bois de chauffe.....	(70)
Le charbon de bois.....	(73)
L'avenir de l'énergie forestière.....	(81)
Energie forestière et développement rural.....	(82)
 Les avantages de la production d'énergie forestière pour les milieux ruraux.....	(85)
 Les avantages de la production d'énergie forestière pour les centres urbains.....	(90)
 Les avantages nationaux reliés à la production d'énergie forestière.....	(93)
 Conclusion.....	(96)

Introduction

Durant les années '60 et même au début des années '70, l'opinion générale croyait que les pays en voie de développement abandonneraient les combustibles ligneux au cours de leur développement économique, pour des combustibles pétroliers comme c'était le cas dans les pays industrialisés.

Or, ce n'est pas ce qui s'est produit. Avec la récente crise énergétique, les pays en voie de développement sont sérieusement touchés par l'augmentation vertigineuse du prix du pétrole sur le marché international. Il est devenu évident aujourd'hui que les combustibles ligneux, dont on consomme 300 millions de m³/an dans les pays en voie de développement, demeureront une source d'approvisionnement énergétique très importante dans ces pays, à l'avenir.

Face à cette situation, ce chapitre a pour but de définir et d'étudier ce qu'on entend par "énergie forestière" et de voir quels seraient les avantages d'une augmentation dans la production d'énergie forestière pour les villes et pour les campagnes dans les pays africains bien dotés de ressources pétrolières.

Qu'est-ce que l'énergie forestière?

Nous qualifions d'énergie forestière le bois de chauffe de même que le charbon de bois et les produits

de distillation du bois. La distillation du bois implique une récupération de produits chimiques qui peuvent représenter un facteur économique important de la fabrication. Par exemple, le tableau ci-dessous énumère les sous-produits que l'on peut obtenir par la distillation de 1000 kilogrammes de bois tropicaux secs.

TABLEAU 1

Sous-produits obtenus par la distillation de
1000 kilogrammes de bois tropicaux secs.

Charbon de bois	300 kg.
Gaz	140 m ³
Alcool méthylique	14 litres
Acétates	8 litres
Acide acétique	53 litres
Acétone	3 litres
Huile et goudron pyroligneux	76 litres
Créosote	12 litres
Brai	30 kg.
(1)	

Malgré l'importance de ces produits de distillation du bois, nous limiterons notre étude de l'énergie forestière au bois de chauffe et au charbon de bois parce que les techniques de distillation du bois sont peu utilisées en Afrique.

(1) Earl, D.F. *Forest Energy and Economic Development*
Clarendon Press, Oxford, 1975, p.34

Toutefois, nous avons voulu relever l'importance de ces sous-produits maintenant parce qu'ils représentent un important potentiel énergétique dont nous reparlerons un peu plus loin dans ce chapitre.

Si l'énergie forestière doit devenir une source d'énergie durable dans certains pays africains, nous devons d'abord examiner la valeur énergétique du charbon de bois et du bois de chauffe en les comparant à d'autres sources d'énergie présentement utilisées en Afrique.

Les réactions chimiques permettant d'obtenir de la chaleur à partir de tous les combustibles traditionnels (paraffine, mazout, charbon, etc...) sont identiques. L'énergie est produite par l'oxydation du carbone et de l'hydrogène. Les différences énergétiques des divers produits dépendent: 1) de la quantité variable de carbone et d'hydrogène par unité de poids de combustible ou, 2) de la forme du combustible selon qu'il soit solide, liquide ou en gaz.

La valeur énergétique d'un combustible se calcule à partir du nombre de calories dégagées par la combustion totale d'un kilogramme de ce combustible. Le tableau suivant montre la valeur énergétique approximative de combustibles utilisés couramment dans les villes et les campagnes africaines.

TABLEAU 11 (2)

69.

Combustibles	Calories/gramme
Paraffine	10,4
Mazout	9,8
Charbon de bois	7,1
Charbon (bonne qualité bitumineuse)	6,9
Bois	3,5

Notons dans ce tableau, la valeur énergétique plus élevée du charbon de bois (7,1 calories) par rapport au charbon de bonne qualité bitumineuse (6,9 calories). Avec le renouveau d'intérêt que connaissent plusieurs pays industrialisés pour le charbon aujourd'hui,⁽³⁾ le charbon de bois semble encore plus avantageux, du moins sur le plan énergétique. Ainsi, le charbon de bois pourrait être un substitut intéressant pour certains pays en voie de développement qui ne possèdent ni pétrole, ni charbon, mais qui seraient prêts à développer leurs ressources énergétiques forestières inutilisées.

(2) IBII, p.22

(3) OCIE, l'Observateur de l'OCIE, sep.79.

Le bois de chauffe

L'énergie forestière est présentement la source d'énergie principale pour la grande majorité de la population dans les pays en voie de développement, et ce, particulièrement en Afrique. Le tableau ci-dessous, montre l'importance de la forêt dans l'approvisionnement énergétique de différentes régions du Tiers-Monde.

(4)

TABLERAU 111

Le rôle de la forêt dans l'approvisionnement énergétique de certaines régions du Tiers-Monde.

Région	% de l'énergie totale fournie par l'énergie forestière
Afrique Tropicale et Equatoriale	75%
Asie du Sud-est et Océanie	62%
Amérique du Sud	29%

Notons que c'est en Afrique que l'énergie forestière représente le plus fort pourcentage de l'énergie totale consommée (75%). Or, dans la plupart des pays africains, le bois de chauffe représente 90% des besoins énergétiques des populations rurales. Le bois de chauffe

(4) Bene, J. Renewable Energy for Development, C.F.D.I., 1979

est de loin la forme d'énergie la plus courante en Afrique, et ce, particulièrement pour les populations rurales qui utilisent presque exclusivement le bois de chauffe pour subvenir à leurs besoins énergétiques.

"In rural areas of most developing countries the dependance on wood is almost total. It would appear that, in general, rural woodfuel use is distributed roughly as follows; $\frac{1}{3}$ for cooking, $\frac{1}{3}$ for heating and hot water, and the rest for agricultural and processing uses. Probably upwards $1,500 \times 10^6$ people presently depend on wood for cooking their daily food and for keeping warm.⁽⁵⁾

Nous voyons là l'importance de ce combustible pour les ruraux; il est prévu que son rôle dans l'économie rurale continuera à croître proportionnellement à la croissance démographique des populations dans les campagnes.

Bref, le bois de chauffe est déjà très populaire dans les pays en voie de développement, et il existe dans ces pays, un grand potentiel de développement de cette ressource vitale pour la population rurale.

(5) Arnold J.E.M., Wood Energy and Rural Communities, U.N. Natural Resources Forum, April 19, p.232.

Le tableau suivant décrit les avantages et les inconvénients du bois de chauffe en tant que combustible primaire.

(6)
TABLEAU IV

AVANTAGES

- 1) C'est dans de nombreux pays en voie de développement que le combustible le plus économique dont on dispose, non seulement par tonne, mais aussi par unité de chaleur.
- 2) Il brûle facilement et avec sécurité quand il est correctement séché, de sorte que des ouvriers semi-qualifiés peuvent apprendre à l'utiliser économiquement.
- 3) Il ne nécessite pas de facilités de stockage spéciales.
- 4) Il peut être stocké en toute sécurité pendant de longues périodes.

INCONVENIENTS

- 1) Exige une main-d'oeuvre abondante ce qui le rend onéreux dans les pays où les salaires sont élevés.

- 2) Les ressources forestières s'épuisent rapidement en l'absence de gestion correctement organisée.
- 3) Les approvisionnements réguliers peuvent être de qualité inégale.
- 4) Sa valeur calorifique est moindre que les combustibles fossiles.
- 5) Il faut de vastes espaces d'entassement à proximité de l'endroit d'utilisation.

Le charbon de bois

Si le bois de chauffe est le combustible des campagnes, le charbon de bois est le combustible des villes. Le charbon de bois est plus populaire en ville qu'à la campagne parce qu'il est moins volumineux, moins cher par unité de chaleur, et parce qu'il brûle proprement, sans faire de fumée. Le charbon de bois est un produit fort apprécié du consommateur dans les villes africaines où il a les fonctions suivantes:

Fonction domestique: (7)

- cuisson des aliments
- chauffage de l'eau et des maisons

Fonction artisanale:

- fabrication de bière
- rôtisserie et restauration

(7) Keita, J. D. Eléments de stratégie pour la satisfaction des besoins en comb. ligneux au Sahel, CILSS 79, p.3

- boulangeries et pâtisseries
- poteries, fabrication de briques
- forgerons
- blanchisseurs

Fonction industrielle:

- alimentation (brasseries et conserveries)
- tanneries
- céramiques
- hôtelleries
- travaux publics, etc...

Dans un récent article sur l'énergie forestière, Keith Openshaw tentait de déterminer les proportions de combustible utilisées dans ces diverses fonctions à la ville et à la campagne. Les pourcentages attribués aux fonctions industrielles (surtout en ville) représentent en grande partie du charbon de bois.

TABLEAU V (8)

Breakdown of consumption between household and non-household use				Unit	percentage of total consumption
Country	Household	Cottage Industry	Industrial and Service Sectors	Cottage Industries in some or all countries	Industrial and Service Sectors
N. Nigeria	75	25		baking	baking
Gambia	85		*	brewing	cassava drying
rural	(85)	(9)	(6)	blacksmith	tea drying
urban	(83)	()	(17)	fish curing	fish curing
Sudan	98		2	(heating animal food)	tobacco curing
Tanzania	93		7	(hot food traders)	brick manufacture
Thailand	84	7	9	(palm oil production)	ceramic manufacture
rural	(89)	(7)	(4)	(sweet making)	cement manufacture
urban	(74)	(8)	(18)		metal manufacture
					blacksmiths
					railways
					sawmills
					restaurants
					canteens

(8) Openshaw K., *Woodfuel- A time for Reassessment*, U.N. Natural Resources Forum, Oct. 78, p.41

Historiquement, la consommation de charbon de bois en Afrique est millénaire. Jusqu'à la Deuxième Guerre Mondiale, la consommation du charbon de bois était réservée aux élites et à la petite industrie artisanale (forgerons, artisans, etc...). Après cette période, l'usage de ce produit s'est démocratisé avec l'urbanisation. Toutefois, les familles plus aisées abandonnèrent l'usage du charbon de bois pour se convertir aux produits pétroliers, qui étaient bon marché à cette époque. Par exemple, il y eut au Sénégal, un effort de butanisation jusqu'en 1974.⁽⁹⁾

Or, suite à la hausse vertigineuse du prix des produits pétroliers, il y eut dans les pays africains, un retour à la consommation du charbon de bois. Ce produit était soudainement devenu beaucoup plus économique que les combustibles fossiles, quoique moins "moderne" que ces derniers. Entre 1973 et 1977, par exemple, il y eut en Afrique de l'Est, une demande si forte qu'elle força le prix du charbon de bois à quintupler.⁽¹⁰⁾

Conséquemment, les populations urbaines africaines croissantes, consomment depuis 1973, de plus en plus de charbon de bois qui doit être transporté sur des dis-

(9) AC DI, Mission d'étude sur l'énergie forestière en Afrique d l'Ouest, 1974, p.27

(10) Poulsen, G., Man and tree in Tropical Africa, CFI, 1978, p.15.

tances de plus en plus longues. Malgré la hausse du prix de charbon de bois, ce dernier demeure toujours plus économique que le bois de chauffe en ville.

Ceci est clairement ressortit dans une étude par W.W. Floor intitulée: le problème de l'énergie au Sahel (1977).⁽¹⁾ M. Floor fait la remarque suivante sur le tableau ci-dessous:

TABLEAU (✓ b)

Comparaison des coûts par kW h des différentes sources d'énergie au Sahel:

Source d'énergie	Prix par unité (f CFA)	Prix par kwh (F CFA)
Bois	7,69	18,0
Charbon de bois	24,5	9,6
Pétrole lampant	75,0	11,0
Butane	171,5	19,7
Electricité	26,0	37,1

Il ressort du tableau ci-dessus que le charbon de bois est la source d'énergie la moins chère.

"Le pétrole lampant est un peu plus cher, le bois est deux (2) fois plus cher que le charbon de bois mais ne représente que la moitié du prix de l'électricité, qui est la forme la plus chère d'énergie. Le butane coûte à peu près autant que le bois".

(1) Floor, W.M., Le problème de l'énergie dans les pays du Sahel, Ministère des affaires étrangères, Pays-Bas, 1977.

(2) C.I.L.S.S. L'Energie de la stratégie de développement au Sahel, Ouagadougou, 1978.

Le bois a une valeur calorifique inférieure d'environ 50% au charbon de bois (3,5 calories contre 7,1 calories par kg). Ainsi, une tonne de charbon de bois contient deux (2) fois la valeur calorifique d'une tonne de bois de chauffe. Ceci a pour effet de réduire sensiblement les coûts de transport du charbon de bois.

L'énergie forestière sous forme de bois de chauffe et de charbon de bois, est habituellement acheminée vers les villes de régions assez éloignées, les terres environnant les villes étant réservées à d'autres usages (agriculture, conservation, etc...). Ou encore, les forêts sont tout simplement inexistantes à cause d'une consommation de bois antérieure sans souci de régénération autour des centres urbains. Ceci a pour effet de rendre le facteur du transport très important dans l'approvisionnement des villes en bois de chauffe et en charbon de bois.

Il faut, en général, quatre (4) tonnes de bois pour produire une tonne de charbon de bois, qui contient deux (2) fois la valeur calorifique que le même poids en bois sec. Ainsi, pour de courts trajets, il est préférable d'utiliser du bois parce que la perte énergétique encourue par le processus de carbonisation du bois, serait supérieure au coût de transport marginal. Toutefois, au fur et à mesure que la distance de transport augmente, le charbon de bois devient plus économique que le bois de chauffe.

fe.

"Il est donc tout à fait rationnel d'envisager des aménagements de forêts naturelles pour la production de charbon à transporter de loin pour le ravitaillement d'une grosse agglomération dont le hinterland est incapable de lui fournir suffisamment de combustible ligneux. Il en est déjà ainsi pour certaines villes du Sahel...". (11b)

La distance à laquelle il devient plus économique de transporter du charbon de bois plutôt que du bois de chauffe, dépend des coûts de production, du coût et du poids du bois, du coût du transport et du choix des consommateurs.

En 1970, une étude déterminait que la distance "critique" à laquelle il devenait économique de produire du charbon de bois, était de 82 kilomètres en Afrique de l'Est. Le tableau ci-dessous, tiré de cette

TABLEAU VI (11)

.(voir page suivante)

(11) Earl, L.F., Forest Energy and Ec. Dev. page 74

(11b) (Keita, J. D. Eléments de stratégie pour la satisfaction des besoins en combustibles ligneux du Sahel d'ici l'an 2000, CILSS, mai 1979.

étude, montre ce point "critique".

TABLEAU VI

Soulignons que cette étude en Afrique de l'est a été faite en 1970, donc avant la hausse des prix du pétrole. La distance critique aujourd'hui doit être considérablement inférieure à 82 km., ce qui a pour effet de rendre le charbon de bois encore plus concurrentiel dans les villes. De plus, il semble que le rôle du charbon de bois suive une même évolution en Afrique de l'Ouest où

"on a de plus en plus tendance à transformer le bois en charbon de bois, car la valeur ajoutée accroît le rayon d'approvisionnement économique d'environ six (6) fois, c'est-à-dire de 20 à 120 kilomètres". (12)

(12) op. cit. page 39

Enfin, pour récapituler, la recrudescence de la popularité du charbon de bois en ville, est attribuable aux facteurs suivants:

- 1) l'augmentation récente du prix du pétrole,
- 2) les coûts élevés de transport de bois de chauffe sur de longues distances,
- 3) sa haute valeur calorifique et ses qualités de bon combustible domestique et industriel (propreté, maniabilité, etc...).

Le tableau qui suit relève les principaux avantages et inconvénients du charbon de bois.

TABLEAU VII ⁽¹³⁾

- 1) Il ne dégage presque pas de fumée en se consumant et ses braises émettent une quantité importante d'énergie sous forme de chaleur radiante.
- 2) Sa valeur calorifique est comparable à celle du charbon de haute qualité.
- 3) Quand il est chauffé, il agit comme un puissant réducteur.
- 4) Il se prête à de nombreux usages industriels.

(13) Earl, D.F, Forest Energy and E. Dev., page 31.

- 5) C'est un combustible hydrophobe.

INCONVENIENTS

- 1) Sa faible densité nécessite des dispositions spéciales en ce qui concerne le transport et le stockage.
- 2) Il est plutôt fragile et a tendance à rompre sous l'effet de la manipulation et de la compression; il n'est pas un bon combustible en bloc.
- 3) Comme tout combustible à teneur en carbone élevée, il faut veiller à ce que l'air puisse circuler librement à cause du risque d'asphyxie par l'oxyde de carbone.

L'avenir de l'énergie forestière

Suite à ce survol des principales caractéristiques énergétiques du bois de chauffe et du charbon de bois et de leur importance pour les populations rurales et urbaines respectivement, voyons quels seraient les avantages d'une augmentation de la production d'énergie forestière pour ces populations dans certains pays africains.

Donc, face à l'augmentation du prix du pétrole, et vu la croissance démographique élevée dans les villes africaines⁽¹⁴⁾, d'une part, et la forte demande énergétique

(14) Ce taux peut atteindre de 5 à 10%/an dans certains pays africains selon l'OIT (1977).

qu'elle crée d'autre part, nous posons la question suivante: serait-il possible pour certains pays ouest-africains, bien dotés de ressources forestières, d'alimenter les villes en bois de chauffe et en charbon de bois plutôt qu'avec les produits pétroliers traditionnels?

Nous croyons que oui. La production d'énergie forestière pourrait être sensiblement augmentée dans les zones rurales bien dotées de forêts. Ceci aurait pour effet de créer de nombreux avantages pour les populations rurales, les populations urbaines et pour la nation en général, comme nous tenterons de le montrer dans les pages qui suivent.

Energie forestière et développement rural.

Le modèle de développement adopté par la plupart des pays africains, avant, de même qu'après la période de colonisation, a favorisé la croissance des villes au détriment de la campagne.

"It has become distressingly obvious that the development strategies of the 1950's and 1960's patterned on large-scale urban industrial models, ... are being overwhelmed by rapid population growth, urban migration, ..., and that whatever gains are being made in the GNP do not simply "trickle-down" to the poor majority of the population". (15)

(15) Overseas Development Council, Energy for the Villages of Africa, Washington, 1977, page 1.

En effet, la politique courante dans le passé consistait à extraire le surplus des régions rurales pour l'investir dans l'industrialisation des villes. Malheureusement, ce courant de pensée en matière de développement prévaut encore aujourd'hui, ce qui a pour effet d'accroître la disparité ville-campagne.

Cet écart est particulièrement évident en Afrique où la majorité de la population est rurale.

"There are nearly three hundred million people living in the countries of tropical Africa... More than 250 million of them live in rural areas including importantly the villages of Africa. Only 4% of these rural Africans live in areas that have access to electricity...". (16)

Nous croyons qu'un facteur important de développement pour les pays du Tiers-Monde est une économie rurale productive et dynamique, capable de pourvoir aux besoins des populations rurales.

De plus, une économie rurale dynamique, dotée d'une économie active, peut produire le surplus alimentaire, énergétique et les matières premières essentielles à l'épanouissement des centres urbains.

Ainsi, il est temps de favoriser un changement dans les politiques de développement qui minimisent l'importance des campagnes et qui exagèrent le rôle des villes.

Car si nous reconnaissons l'importance de la
contribu-

(16) IBID, p.iii

tion de l'économie rurale au processus de développement, nous devons également reconnaître le rôle potentiel que l'énergie forestière doit jouer dans ce même développement.

"... research aims to harness... fuel production from biomass holds promise to significantly improve the quality of life for people in the developing world, especially for the rural population, and to make rural living so attractive as to stem the alarming tide of migration to urban centres". (17)

Toutefois, pour que les milieux ruraux profitent au maximum d'une augmentation de la production d'énergie forestière, ils devront bien gérer le patrimoine forestier national. Ceci implique la mise sur pied de politiques sérieuses d'aménagement de la forêt pour éviter sa dégradation (par exemple: régénération, protection, etc...).

La seule façon de faire respecter les directives touchant à la protection de la forêt est d'impliquer les populations rurales directement dans le processus de planification et d'exploitation de l'énergie forestière. Ceci dit, voyons quels seraient les principaux avantages d'un tel projet pour les campagnes des pays en voie de développement.

(17) C FRI, Energy from Biomass for IC's, Ottawa, 1979, p.10

Les avantages de la production d'énergie forestière pour les milieux ruraux dans certains pays africains.

Premièrement, l'encouragement et l'amélioration de la production d'énergie forestière en milieu rural augmenterait la quantité de combustible forestier disponible. Les populations rurales seraient les premières à profiter de cette situation. Ce surplus énergétique leur fournirait l'énergie nécessaire à une amélioration des conditions de vie tout en leur permettant d'augmenter leur productivité. Par exemple:

"More energy may improve the quality of life by providing clean drinking water, lights to read or work or play, by at night and warm rooms when the weather is cold. It may also provide clean hot burning fuel (e.g. charcoal, charoil or methane gas) and hot water to wash clothes or bathe...". (18)

Deuxièmement, l'intégration de la production de bois de feu et de charbon de bois à l'aménagement des territoires forestiers, pourrait réduire sensiblement le coût d'intervention sylvicoles pour des communautés rurales désireuses de développer leurs ressources forestières.

En effet, plusieurs forêts tropicales doivent subir des traitements sylvicoles afin d'augmenter leur productivité. Si au lieu d'investir dans des opérations

(18) Op.cit. page 3

sylvicoles coûteuses qui ne rapportent qu'à long terme, les ruraux intégraient la production d'énergie forestière qui rapporte à court terme, à ces mêmes opérations sylvicoles, ils pourraient réaliser une économie considérable. Comme le souligne Earl,

"...it is useful to point out that money saved, which would otherwise have been spent on arboricide or unremunerative cultural operations vastly increase the net worth of forests. (19)

Ainsi, en plus de produire une quantité importante d'énergie forestière sous la forme de charbon de bois et de bois de chauffage, les populations rurales pourraient mettre en valeur des forêts naturelles jusqu'à présent inexploitées.

Troisièmement, la production d'énergie forestière requiert beaucoup de main-d'oeuvre, ce qui est particulièrement intéressant pour les régions rurales où le taux de chômage est élevé. Une des caractéristiques de l'industrie d'énergie forestière est qu'elle maximise l'emploi et le rendement à la fois.

"Forest fuel production is labour intensive and shares with many other operations in forestry the distinction of maximizing employment with maximizing output". (20)

Le cas ougandais illustre bien ce point. Entre 1962 et 1972, le gouvernement ougandais mettait sur pied une industrie d'énergie forestière qui donna les résul-

(19) Earl, D.F., Forest Energy and Economic Development, p.78.

(20) *IBID*, p.87

tats suivants.

TABLEAU VIII

Création d'emplois dans le domaine de la production de charbon de bois en Ouganda (1962-1972).

Année	Tonnes produites en Ouganda	Nombre d'ouvriers employés	Tonnes importées
1962-3	200	15	22,000
1964-5	1,200	84	27,000
1966-7	6,000	270	29,000
1968-9	21,500	1,400	30,000
1970-1	58,535	3,660	17,000
1971-2	63,656	3,890	17,000

Source: département forestier ougandais (1972)

(1)

Le tableau VIII montre l'augmentation très rapide des emplois créés dans le secteur de la production d'énergie forestière, de 15 employés en 1962-3 à 3,890 employés en 1971-2. En plus d'encourager l'emploi de main-d'oeuvre rurale, la production de charbon de bois en Ouganda, a permis de réduire sensiblement les importations de ce produit, favorisant ainsi une économie nationale. En effet, les importations de charbon de bois sont passées de 30,000 tonnes en 1968-69 à 17,000 tonnes en 1971-72.

Cette expérience de production d'énergie forestière fut tentée sur un territoire de 72,000 hectares de haute forêt tropicale en Ouganda. Nous croyons que ce

(1) IBID

2

genre d'expérience pourrait certainement être tenté dans d'autres pays tropicaux africains et que la mise sur pied de tels projets pourrait être une source de nombreux emplois pour les populations rurales, tel que ce fut le cas en Ouganda.

Enfin, à notre avis, la situation énergétique actuelle et la recherche de nouvelles sources d'énergie adaptées aux besoins des pays africains, pointent dans cette direction.

Le tableau VIII montre l'augmentation rapide de la production locale de charbon de bois en Ouganda entre 1962 et 1972. Or, la technologie utilisée dans le cadre du projet (fours métalliques portatifs MarkV) ne récupérerait pas les produits de distillation du bois. Vu les coûts des produits pétroliers aujourd'hui, il sera bientôt économiquement rentable d'employer une technologie capable de récupérer des produits de distillation du bois. Cette technologie existe et est tout à fait adaptée aux conditions des pays en voie de développement.⁽²¹⁾

Si nous revenons au tableau 1 de la page 67, il est intéressant de noter l'importante quantité d'énergie supplémentaire que pourraient bientôt produire les régions rurales.

(21) CRDI, Biomass Energy for DC's, pages 77 à 85.

TABLEAU 1X

Quantité de sous-produits qu'on aurait pu obtenir par la distillation de charbon de bois en 1972 en Ouganda.

Gaz	29,706,132 m ³
Alcool méthylique	2,970,613 litres
Acétates	1,697,493 litres
Acide acétique	11,245,892 litres
Acétone	636,559 litres
Huile	16,126,186 litres
Créosote	2,546,239 litres
Brai	6,365 tonnes

(calculs de l'auteur)

Quatrièmement, une augmentation de la production d'énergie forestière, jointe à l'aménagement forestier, pourrait rendre l'économie rurale plus dynamique.

En effet, l'augmentation de la production de bois de chauffe et de charbon de bois aurait pour effet de créer un excédent énergétique en milieu rural. Comme nous l'avons vu précédemment, les populations rurales consomment habituellement du bois de chauffe; ceci laisserait la production de charbon de bois disponible pour les centres urbains.

Ainsi, l'excédent de la production serait vendu en milieu urbain, créant des revenus qui seraient retournés dans les milieux ruraux. Ceci aurait un effet bénéfique sur la distribution des revenus à l'intérieur du pays, les travailleurs urbains étant habituellement favorisés par l'activité économique. Ainsi, la richesse

créée par cette nouvelle activité économique rurale, pourrait être investie dans les campagnes afin d'y créer de nouvelles industries et de nouveaux emplois (ex.: coopératives forestières ou agricoles, moulins à scie, etc...).

Notons également, que la production de bois de chauffe et de charbon de bois ne nécessite pas de cadres hautement payés et que ces opérations peuvent être prises en main par les ruraux. Les travailleurs forestiers reçoivent généralement des salaires assez uniformes. Ainsi, les bénéfices de cette nouvelle industrie, peuvent être assez facilement distribués équitablement parmi tous les travailleurs.

Les avantages de la production d'énergie forestière pour les populations rurales que nous venons de relever, croîtront en importance proportionnellement au prix des sources énergétiques pétrolières.

Des effets aussi bénéfiques pourraient également être réalisés dans les centres urbains.

Avantages de la production d'énergie forestière pour les centres urbains.

Les populations urbaines profiteraient considérablement d'une production accrue d'énergie forestière dans les régions rurales.

Premièrement, les populations urbaines pourraient disposer de plus en plus d'énergie au fur et à mesure que la production de bois de chauffe et de charbon de bois progresserait dans les forêts. Cette nouvelle source d'énergie indigène et renouvelable, ~~donc~~ sûre, serait moins chère que les énergies pétrolières. Comme le remarquait Earl, pour les populations urbaines ougandaises en 1972,

"Electricity was too expensive for many people and not suited for outdoor cooking; fuelwood was bulky and smoky; paraffin was not cheap, smelly and rather dangerous and calor gas was expensive. The preferred fuel was charcoal..." (22)

Deuxièmement, la nouvelle source d'approvisionnement énergétique que représenterait l'énergie forestière entraînerait de petites industries métallurgiques à utiliser le charbon de bois ou le bois de chauffe comme source d'énergie (forgerons, artisans, etc...).

Si la production d'énergie forestière devenait assez importante, il serait même possible de l'utiliser pour approvisionner de grandes industries comme c'est le cas dans certains pays.

"Sur le plan industriel, quelques pays privés de houille et éloignés des centres de production, tels le Brésil et l'Australie, s'intéressent encore à la carbonisation et produisent

(22) Earl, D.E., Charcoal, F.A.O. Rome 1974, page 1.

du charbon de bois destiné au traitement de minerais dans les hauts fourneaux". (23)

Troisièmement, l'évolution technologique par laquelle passerait la production d'énergie forestière, en particulier le charbon de bois, permettrait à certaines industries urbaines de produire des fours à carboniser le bois, de différentes capacités. C'est d'ailleurs le cas au Ghana présentement où un projet d'énergie forestière important en forêt, a suscité la création d'une petite industrie de production de fours à carboniser le bois, à Accra la capitale. (24)

Quatrièmement, dans le cas d'une production d'énergie forestière excédentaire aux besoins nationaux, il serait possible pour certains pays d'exporter du charbon de bois et ses produits de distillation vers l'étranger. Comme le soulignait Openshaw dans un récent article:

"In most developing countries charcoal is sold in the market place within the price range of 30,00\$ to 35,00\$ per tonne. The c.i.f. price in industrial countries is between 120\$ to 170\$ per tonne. Therefore there seems to be a potential export market for charcoal". (25)

(23) Doat, J., "Le pouvoir calorifique des bois tropicaux" dans Bois et forêts des tropiques, no. 172, mars 77.

(24) Auteur, Rapport d'activité en Afrique de l'Ouest, été 1979.

(25) Openshaw K., "Woodfuel-A time for Reassessment" U.N. Natural Resources Journal, Oct. 78, p.46

L'énergie forestière destinée à l'exportation passerait sans doute par les ports et autres grands centres de distribution urbains, ce qui aurait pour effet de stimuler l'activité économique dans ces villes.

Enfin, il existe des avantages reliés à la production d'énergie forestière qui ne sont pas directement attribuables à la ville ou à la campagne. Ce sont les avantages nationaux dont nous parlerons maintenant.

Les avantages nationaux reliés à la production d'énergie forestière.

Premièrement, l'utilisation d'énergie forestière représente une économie nationale importante en pétrole ou autres sources énergétiques pour tous les pays en voie de développement. L'achat de pétrole pour les besoins énergétiques domestiques et industriels ruraux, représenterait une importante dépense en devises étrangères. Pour l'ensemble des pays sahéliens, par exemple, si on voulait substituer l'énergie forestière par des produits forestiers:

"... il faudrait en importer plus de 2,5 millions de tonnes par an, soit environ le triple de la consommation actuelle au Sahel. Cette importation coûterait 60 milliards de FCFA/an aux pays sahéliens". (26)

Deuxièmement, certains pays bien dotés de ressour-

(26) CILSS, L'énergie dans la stratégie du développement du Sahel, Ouagadougou, 1978, page 3.

ces forestières (Côte d'Ivoire, Ghana, Zaïre, etc...) pourraient facilement exporter, vers le Sahel par exemple, du charbon de bois et ses produits de distillation du bois, favorisant ainsi leur balance commerciale nationale. Dans le cas de la Côte d'Ivoire,

"Chaque année, on défriche $\frac{1}{2}$ million d'hectares de forêt vierge pour les mises en culture, ce qui produit environ 100×10^6 de m^3 /an. Cette production inutilisée représente six (6) fois la consommation totale sahélienne". (27)

Chaque m^3 de bois, apporté des régions véritablement excédentaires, signifie un m^3 de bois qui n'a pas été coupé autour des capitales. Le coût de cette solution doit être comparé aux coûts du bois de reboisement. (27b)

Ces volumes de bois, brûlés en pure perte, pourraient être d'un grand intérêt pour les centres urbains du Sahel dont le ravitaillement en énergie forestière est difficile.

Le transport sera coûteux (environ 7 FCFA/tonne Km en train et 20 FCFA/tonne, Km en camion) mais cette option n'est pas déraisonnable si on tient compte du fait que le bois de reboisement peut coûter environ 10,000 FCFA/tonne.

Troisièmement, le fait que la campagne participerait activement au processus de développement économique

(27) IBID, p.12

(27b) " " "

d'une façon relativement autonome, permettrait de réduire les disparités existantes entre la ville et la campagne. Ceci aurait pour effet de créer une plus grande stabilité économique et politique nationale. De plus, il est possible que l'initiative de production d'énergie forestière puisse inciter d'autres activités économiques rurales. Ce serait là le premier pas vers une réorganisation de la relation ville-campagne traditionnelle.

"In this way, the hierarchical urban-industrial system would essentially be sustained "from below" by the relatively stable needs and potential of their territorial hinter land and its population, rather than by the fortuitous and uncontrollable trickle-down impulses "from above". Urban centres would develop as a supportive component of their respective hinterlands, rather than the hinterland developing as a function of the selective requirements of the urban system". (28)

Par exemple, les centres urbains auraient comme fonction de fabriquer des fours à carbonisation pour les campagnes, et de voir à l'exportation de l'excédent de la production d'énergie forestière nationale. Les campagnes représenteraient la force productive nationale à laquelle reviendrait les bienfaits de la croissance du PNB.

Quatrièmement, et finalement, signalons les quelques avantages "intangibles" suivants de la production d'énergie forestière; cette activité contribuerait à la conservation des ressources naturelles (puisque'elle s'effectuerait dans le cadre d'un aménagement forestier sé-

(28) Stohr W., Taylor E.R.F., Development from Above or Below: the dialectics of regional planning in developing countries, John Wiley & Sons, 1981.

rieux), elle encouragerait le self-reliance, elle offrirait une alternative aux formes d'énergie fossiles non-renouvelables et enfin, elle contribuerait à l'esthétique du paysage (aménagements, plantations, etc...).

Conclusion

Il découle de ce qui précède, que les villes et les campagnes africaines ont des besoins énergétiques différents, et qu'ils n'utilisent pas la même forme de combustible. Les régions rurales consomment surtout du bois de chauffe tandis que les villes utilisent le charbon de bois en général.

Cette situation a pour effet de permettre aux régions rurales d'exporter du charbon de bois vers les villes. De plus, avec la présente conjoncture énergétique internationale, il est possible que les régions rurales soient appelées à produire de plus en plus de charbon de bois pour les villes à l'avenir. Comme nous l'avons vu, les villes et les campagnes, donc la nation elle-même, ont des avantages considérables à retirer d'une augmentation dans la production d'énergie forestière.

Enfin, signalons que ce chapitre s'est limité à la production d'énergie à partir de la partie de la biomasse que constitue la forêt. Or, des formes d'énergie sem-

blables et aussi efficaces que le bois de chauffe et le charbon de bois pourraient être obtenus d'autres sources de biomasse telles que: les algues marines, les déchets agricoles, les herbes des savanes, etc... .

La forêt est la plus accessible de ces formes de biomasse. Comme elle le fut dans le passé, l'énergie forestière sera une source d'énergie importante pour les villes et les campagnes africaines de l'avenir.

* * * * *

CHAPITRE 1V

"VERS LE CHOIX D'UNE TECHNOLOGIE APPROPRIÉE AU
DÉVELOPPEMENT DE L'ÉNERGIE FORESTIÈRE DANS LES
PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT."

TABLE DES MATIERES

	Page
Introduction.....	(100)
Quelques critiques du transfert techno- logique dans le passé.....	(101)
Exemples de transferts technologiques dans le domaine énergétique.....	(106)
La technologie appropriée: définition et objectif.....	(110)
Les choix de la technologie appropriée....	(114)
Les critères de sélection d'une tech- nologie appropriée.....	(118)
Les critiques de la technologie appro- priée.....	(121)
Conclusion.....	(124)

Introduction

Ayant cerné le potentiel de même que les avantages que représente l'énergie forestière, nous nous tournons maintenant vers l'aspect technique de la transformation des forêts en forme d'énergie utilisable.

Comme nous l'avons vu, (dans le chapitre III), une part croissante du bois des forêts est transformée en charbon de bois pour la consommation dans les villes, compte-tenu de la croissance des populations urbaines dans les pays en voie de développement. Cette tendance irait même en augmentant à l'avenir.

Or, la transformation de ressources forestières en charbon de bois, implique l'utilisation d'une technologie. La technologie n'étant pas neutre, l'option technologique pour laquelle les pays en voie de développement opteront dans le domaine de l'énergie forestière, aura d'importantes répercussions sur leur développement. ⁽¹⁾

A notre avis, le choix d'une stratégie de développement du potentiel énergétique forestier, basé sur les

(1) "The choice of energy technology made by developing countries will have a long-term impact on their development which is more widespread significant than that of any other technological choice currently facing them".
 Revelle, E., Requirements for Energy in the Rural areas of W's in Renewable Energies and its Applications for the Dev. World, AAAS, Boulder Colorado, 1978.

technologies appropriées, contribuerait à renverser le processus traditionnel de développement (par le Haut) et accorderait la priorité à la satisfaction des besoins essentiels des populations.

Dans les pages qui suivent, nous faisons une critique du transfert de technologie énergétique des pays industrialisés vers les pays en voie de développement, dans le passé, et suggérons qu'une stratégie de développement basée sur des technologies appropriées, serait plus adaptée à la mise en valeur de l'énergie forestière par les populations des pays en voie de développement.

Quelques critiques du transfert technologique dans le passé.

Le transfert massif de technologies des pays industrialisés vers les pays en voie de développement, est de plus en plus critiqué par ces derniers. En effet, les technologies à grande échelle et à fort coefficient en capital, développées dans les pays industrialisés, quoique très efficaces, se sont avérées inadaptées aux besoins des sociétés plus pauvres et moins développées. Selon une récente étude de l'OCDE,

"Ces technologies sont généralement très coûteuses par rapport aux revenus des populations locales, elles exigent une infrastructure industrielle et un système d'éducation dont le développement demande des décennies... et elles tendent souvent à paralyser l'initiative et l'esprit d'innovation qui sont à la base même du

développement". (6)

Parmi les malaises créés par le transfert technologique massif des pays industrialisés vers les pays en voie de développement de ces dernières décennies, citons entre autres:

- l'accélération du processus de migration vers les centres urbains,
- l'augmentation du chômage,
- l'inégalité de la participation aux bénéfices créés par la nouvelle technologie,
- la dégradation de l'environnement,
- et une dépendance accrue des pays en voie de développement envers les pays industrialisés.

L'échec le plus retentissant du transfert technologique de ces derniers temps, est sans doute son incapacité de pénétrer la masse rurale des pauvres qui constitue la grande majorité dans de nombreux pays du Tiers-Monde. Cette situation a poussé les pays en voie de développement à formuler de nombreuses critiques sur les transferts technologiques des pays industrialisés.

Parmi celles-ci, portons notre attention sur les deux (2) points suivants:

(6) Jéquier, N., La technologie appropriée, problèmes et promesses, OCDE, Paris 1976, page 18.

- a) l'absence de transfert de techniques appropriées aux conditions socio-économiques et culturelles des pays en voie de développement, et
- b) le manque de contrôle de la part des pays en voie de développement sur les technologies qui leurs sont transférées des pays industrialisés.

Il existe un véritable besoin d'adapter la technologie aux conditions socio-économiques et culturelles des pays en voie de développement. Toutefois, à notre avis, il est peu probable que les pays industrialisés, par le biais des trans-nationales (qui effectuent la plus grande partie des transferts technologiques vers les pays en voie de développement), puissent réussir à transférer une technologie appropriée dans l'avenir. Ceci est causé par le fait que les trans-nationales sont des entreprises dont le but est de minimiser les coûts afin de maximiser les profits. Comme l'a bien démontré l'OCDE,

"...for foreign firms the path of least resistance lies in duplicating developed-country systems of manufacture or construction, the result of decades of innovation for the purpose of substituting more and more intricate, automatic, hard to maintain capital intensive equipment, for more and more expensive labour". (7)

(7) *Development Assistance - 1970 Review* (Paris:OECD 1970)

Il est alors logique pour ces trans-nationales de reproduire le mode de production des pays industrialisés dans les pays en voie de développement. Il serait erroné de croire que ces trans-nationales puissent réinvestir dans des projets de recherche et de développement (R & D) lorsqu'elles détiennent déjà une technologie bien adaptée à leurs besoins: soit de maximiser les profits.

Face à cette situation il devient alors clair que les pays en voie de développement doivent prendre en main l'adaptation des techniques transférées des pays industrialisés afin de les adapter à leurs besoins. La création de technologies appropriées est d'abord leur responsabilité.

Les pays en voie de développement réclament également le contrôle sur la technologie qui leur est transférée des pays industrialisés. En effet, la plupart des transferts technologiques impliquent un transfert de capital, de techniques et de personnel qui assure aux entreprises, le contrôle des opérations et de la technologie. Les pays en voie de développement désirent:

"... mechanisms which transmit technology on its own over private capital investment which is a bundle of technology, managerial skills and capital. A fundamental feature of foreign private investment is that it involves majority ownership of capital by the foreign firms, and flowing from this is their control over operations". (8)

(8) Basubramanyam V.N., Transfer of Techn.; the UNCTAD Arguments in Perspective, p.77

La technologie transférée par les trans-nationales fait souvent partie intégrante de l'entreprise qui l'exporte. Le succès de l'efficacité de ces transferts technologiques dépend des habiletés administratives et d'ingénierie qui les accompagnent. De plus, l'écoulement des stocks et la compétitivité de l'entreprise face au marché mondial, nécessitent d'étroits liens avec l'extérieur que seules les trans-nationales peuvent assurer efficacement. Enfin, les trans-nationales ont une foule d'autres arguments pour justifier leur contrôle sur les transferts technologiques qu'elles effectuent vers les pays en voie de développement, tels que: assurer la rentabilité de leur investissement, les liens avec leurs filiales, ou le secret de leur technologie.

Notre but ici, n'est pas de faire un plaidoyer en faveur des trans-nationales, mais plutôt de démontrer la divergence d'intérêts entre les pays industrialisés et les pays en voie de développement, en matière de transfert technologique. Nous croyons que, quoique la position émise par les pays en voie de développement soit très justifiée, la solution n'en demeure pas moins, pour une large part, entre leurs mains.

Ces derniers ne doivent pas compter sur les pays industrialisés, par le biais des trans-nationales, pour résoudre leurs problèmes technologiques.

Exemple du transfert technologique énergétique.

Le transfert technologique , dans le domaine énergétique, illustre bien les difficultés que rencontrent les pays en voie de développement dans leurs négociations avec les pays industrialisés.

Dans le cadre d'une récente étude par la Conférence des Nations-Unies pour le commerce et le développement (CNUCED)⁽⁹⁾, dont le mandat était:

"... to examine the problems of the transfer and development of technology in the energy sector, with the aim of strengthening the capacity of the DC's in this sector".

un tableau révélateur du transfert technologique dans ce domaine nous est peint:

Premièrement, dans le passé, les pays en voie de développement ont investi massivement dans des technologies développées dans les pays industrialisés, et il semble que cette tendance pourrait se poursuivre dans l'avenir. Comme le démontre l'étude de la CNUCED,

"Energy investments in DC's have been very large-about 22\$ billion for oil and power in 1975 - and will increase in the future. On the assumption of an annual growthrate of 7% energy investments will account for more than 300\$ billion (at 1975 prices) in the next decade".⁽¹⁰⁾

(9) UNCTAD, Energy Supplies for DC's Geneva, 1978, par. 307

(10) IBID, par. 310.

Un investissement de cette ampleur représente deux (2) fois le produit intérieur brut de tous les pays africains en 1975. (11)

Deuxièmement, il est intéressant de noter à quel point le marché de la technologie énergétique est contrôlé par les pays industrialisés, grâce aux trans-nationales. En effet, cette même étude révèle que les trans-nationales contrôlent ce secteur vital au développement des pays en voie de développement:

"In the case of oil technologies, Schlumberger accounts for 84% of the world market for electrical logging and Halliburton has more than half the market of production-related services".

"In heavy electrical equipment, the world market concentration is high, gas turbines being the item in which concentration is the highest. Only General Electric (USA) Westinghouse (USA) and Brown Boveri (Swiss) participate in this latter market".

"In nuclear power reactors, the four largest (12) suppliers account for 60% of the world market".

Donc, le marché de la technologie énergétique est très imparfait et il semble aujourd'hui peu probable que les pays en voie de développement puissent concurrencer les trans-nationales dans ce domaine.

Troisièmement, les trans-nationales qui contrôlent les transferts technologiques dans le domaine é-

(11) IBIE, par. 321

(12) IBIE, par. 323

nergétique gardent jalousement leur avantage.

"The barriers to entry into manufacturing of oil equipment and heavy electrical equipments are generally high. The existing firms have substantial advantages over potential entrants... They may take advantage of their position through excessive pricing of their equipment or services and in the case of heavy electrical equipment, an international cartel is in operation". (13)

Quatrièmement, les pays en voie de développement accusent un important retard sur les pays industrialisés dans le domaine des connaissances techniques. Ainsi, dans le domaine de la technologie énergétique, les pays en voie de développement

- manquent de personnel qualifié (ingénieurs et techniciens),
- manquent d'expertise administrative capable de gérer des projets de grande envergure,
- les pays en voie de développement n'ont ni la capacité industrielle pour manufacturer ces équipements, ni les ressources humaines et financières requises pour financer des programmes de R&D et adapter ces technologies afin d'assurer leur compétitivité sur le marché international.

Cette situation a pour effet de créer un cercle vicieux dont les pays en voie de développement ont du mal à se sortir. La tendance actuelle dans le domaine

(13) IBIT, paragraphe 325.

du transfert technologique énergétique est décrite comme suit, dans le rapport de la CNUCED:

"The heavy reliance on turnkey projects seems to suggest that the DC's have difficulties overcoming these constraints. This is due to the failure to recognize the importance of achieving a technological capacity in the energy field. In other cases the production targets are so ambitious that other considerations, like strengthening the technological capacity, cannot be taken into account for the time being". (14)

Donc, nous pouvons résumer que dans le domaine du transfert technologique, il y a quatre (4) facteurs qui contribuent à la situation actuelle:

1. Une tradition d'importation de technologie des pays industrialisés vers les pays en voie de développement.
2. Le monopole de la technologie énergétique par les pays industrialisés, grâce aux trans-nationales.
3. L'inaccessibilité au marché de la technologie énergétique par les pays en voie de développement.
4. Le bas niveau technique dans les pays en voie de développement.

Le marché de la technologie énergétique est imparfait. Les pays en voie de développement sont défavorisés

(14) IBIT, Paragraphe 329.

par rapport aux pays industrialisés dans ce domaine. Il découle donc de ce qui précède, que le transfert technologique dans le domaine énergétique, a accru dans le passé et accroîtra dans l'avenir la dépendance des pays en voie de développement envers les pays industrialisés. C'est là, à notre avis, une tendance inévitable, à moins qu'il y ait une réorientation des priorités énergétiques de la part des pays en voie de développement à l'avenir.

La Technologie appropriée: définition et objectif.

Face à cette situation et désireux d'y trouver une solution, nous nous pencherons sur la question des technologies appropriées (TA). Qu'est-ce que la technologie appropriée? Quel est son but? Quelles sont ses origines? Où peut-on l'obtenir? Ce sont là quelques questions auxquelles nous tenterons de répondre.

Qu'est-ce que la technologie appropriée (TA)?

Une technologie appropriée est celle qui est adaptée aux conditions d'une situation donnée. Elle valorise les ressources humaines, financières, institutionnelles et matérielles reliées à sa mise en application. Dans les pays en voie de développement, la technologie appropriée aura habituellement les caractéristiques suivantes:

elle sera

- à main-d'oeuvre abondante
- simple
- peu coûteuse
- rentable

Le dernier point mérite d'être souligné. Nous entendons par rentable, une justification économique de la technologie utilisée. Sans vouloir valoriser cette caractéristique de la technologie appropriée aux dépend des autres facteurs sociaux et culturels, il demeure que l'aspect économique d'une technologie appropriée devrait être déterminant.

Les capitaux étant rares dans les pays en voie de développement et la main-d'oeuvre étant abondante et économique, la technologie appropriée nécessite peu de capitaux. Elle doit être simple et à la portée de populations locales. Elle ne doit pas dépendre de matériaux importés, mais plutôt utiliser les ressources locales disponibles.

Ainsi, la technologie appropriée est celle qui est la mieux adaptée aux conditions qui règnent dans divers types de collectivités à l'intérieur des pays en voie de développement. Son objectif sera de

"...stimuler un développement économique et social

autonome et faire appel aux ressources locales plutôt qu'étrangères". (15)

La technologie appropriée devrait répondre aux besoins fondamentaux des masses. Elle devrait jouer un rôle complémentaire par rapport aux grands projets industriels et rendre possible la création d'économies plus libres et plus dynamiques dans les pays en voie de développement.

Si nous revenons à notre exemple de transfert technologique énergétique tel que nous venons de le voir, et que nous lui appliquons les critères de la technologie appropriée mentionnés, nous constatons que ces technologies sont d'excellents exemples de technologies non-appropriées.

En effet, les transferts technologiques dans le domaine énergétique des pays industrialisés vers les pays en voie de développement, tels qu'ils existent aujourd'hui, ne sont pas appropriés aux ressources des pays en voie de développement. Ils ne satisfont aucune des conditions des technologies appropriées. Par exemple, les centrales thermales ou nucléaires,

- 1) ne nécessitent pas une main-d'oeuvre abondante pour leur fonctionnement;

(15) *Brace Institute, Un manuel de Technologie Appropriée*
Ottawa, 1976, page A1.

- 2) elles ne font pas recours à une technologie simple et à la portée des masses dans les pays en voie de développement;
- 3) elles ne valorisent pas les ressources humaines institutionnelles, et naturelles, dans les pays en voie de développement où elles s'implantent.

Bref, ces technologies ont pour but d'alimenter les centres urbains, sans pourvoir aux besoins des régions rurales. Nous ne prétendons pas vouloir arrêter tout transfert technologique du modèle à coefficient en capital élevé développé dans les pays industrialisés. Ce serait là très irréaliste de notre part.

Toutefois, comme nous avons voulu le montrer dans ces pages, nous reconnaissons que ce type de transfert technologique destiné aux agglomérations urbaines aux dépens des zones rurales, crée le sous-développement, plutôt que le développement pour de nombreux pays du Tiers-Monde.

Conséquemment, nous proposons qu'une partie substantielle des ressources financières des pays en voie de développement, qui sont ~~présentement~~ dirigées vers les modèles de transfert technologique à haut coefficient en capital, importés des pays industrialisés à des coûts

énormes, soit déviée vers la technologie appropriée. Ces nouvelles ressources financières permettraient de développer une technologie appropriée aux besoins des populations rurales qui constituent la grande majorité dans la plupart des pays en voie de développement.

"... 75% of the population still live in rural areas in Asia, 91% in Africa and 52% in Latin America". (16)

Une telle réorientation des fonds dans le domaine technologique énergétique, serait

"especially, but not only to the needs of the rural population;

"measures to aid developing countries in achieving self-reliance and internally-generated economic growth were to be encouraged". (17)

Le choix de la technologie appropriée.

Dans leur Manuel de la technologie appropriée, le Brace Institute de Montréal relève six (6) sources possibles de technologie appropriée qui ont déjà été utilisées dans les pays en voie de développement, et qui ont fait leurs preuves dans le passé.

Suite à notre critique du transfert technologique énergétique dans pays industrialisés vers les pays en voie de développement, nous souhaitons revoir ces six (6)

(16) IDRC, Energy from Biomass for DC's, Ottawa 1979 p.7

(17) U.N. The Long Step Forward, N.Y. 1979, page 6.

sources de technologie appropriée en proposant quelques exemples de technologie appropriée dans le domaine énergétique, qui à notre avis, seraient appropriés aux conditions de certains pays du Tiers-Monde..

1.L'adoption ou l'amélioration de la technologie indigène traditionnelle.

Les métiers déjà existants et les procédés de fabrication sur une petite échelle, sont susceptibles d'offrir des techniques bien adaptées aux besoins de la région. Dans une étude antérieure⁽¹⁸⁾, nous avons inventorié des procédés de production de charbon de bois en Afrique de l'Ouest, qui pourraient s'avérer fort profitables pour certains pays en voie de développement. Il est aussi possible d'apporter quelques modifications très simples à ces techniques, comme l'utilisation de bois de la même grosseur, pour améliorer leur productivité sensiblement.

2.L'adoption de technologie scientifique "moderne"..

Dans le domaine de production d'énergie forestière, les pays en voie de développement peuvent adopter certaines technologies modernes appropriées à leurs conditions sans modification. Dans une récente publication du CRD⁽¹⁹⁾, une description détaillée de plusieurs technologies "modernes", que nous pouvons qualifier d'appropriées pour plusieurs pays en voie de développement bien dotés

(18) Rochon, P.A. Rapport de stage en Afrique de l'Ouest août 79. (Voir chapitre V)

de ressources forestières, illustre bien cette possibilité.

3. La restauration d'une technologie ancienne.

La restauration et l'adaptation de certaines technologies utilisées par les sociétés industrialisées au cours de leur développement, peut s'avérer fort utile à certains pays en voie de développement. Par exemple, au Ghana, suite à une pénurie croissante de pétrole et à la flambée des prix de ce produit, on s'est intéressé aux moteurs gazogènes tels qu'utilisés en Europe pendant la Deuxième Guerre Mondiale. (20)

4. L'adaptation d'une technologie moderne.

Il est possible de supprimer certains éléments coûteux dans des technologies modernes et de les remplacer par une main-d'oeuvre bon marché dans les pays en voie de développement. Ainsi, la substitution d'un levier manuel à un moteur électrique, entraîne une économie d'argent en même temps qu'une possibilité d'emploi utile.

5. L'élaboration d'une technique nouvelle.

Des efforts de R&D dans le domaine de la technolo-

(19) CRDI, *Energy from Biomass from DC's Ottawa 1979.*

(20) *op. cit.*

gie appropriée, peuvent produire d'intéressants résultats pour les pays en voie de développement. C'est le cas au Ghana où le Georgia Institute of Technology (USA)⁽²¹⁾ a mis au point une cornue adaptée aux conditions ghanéennes de production de charbon de bois et ses dérivés (alcool, créosote, etc...).

En casamance au Sénégal, la fusion des techniques anciennes et modernes dans le domaine de la production de charbon de bois, a permis la production d'un nouveau type de four à carbonisation du bois.⁽²²⁾

6. Le transfert de technologie entre régions ou pays en voie de développement.

Il est fréquent de rencontrer des techniques utilisées dans une région en voie de développement qui sont très appropriées aux conditions d'une autre région ou d'un autre pays en voie de développement.

Dans le domaine de la production de charbon de bois, il existe au Bénin des fosses qui font appel au principe du courant d'air descendant et qui sont supérieures aux techniques utilisées dans d'autres pays ouest-africains. Un transfert de technologie dans ce domaine

(21) *Georgia Institute of Technology, Pyrolytic Conversion of Agricultural and Forestry Wastes in Ghana, US AID, 1976*

(22) *op. cit.*

pourrait être profitable à la Haute-Volta qui utilise des techniques traditionnelles moins productives. (23)

Il existe plusieurs formes d'énergie renouvelable disponibles pour les pays en voie de développement, telles que l'énergie solaire, éolienne ou hydraulique. Nous avons choisi d'utiliser l'énergie sous forme de biomasse dans nos exemples parce que,

"In the rural sector of the developing world biomass remains the single largest source of energy, and the challenge to provide the steadily increasing requirements on a sustained basis... has become the objective of the highest priority". (24)

En effet, cette forme d'énergie renouvelable millénaire, est bien adaptée aux besoins des populations rurales des pays en voie de développement, et constitue, à notre avis, un immense potentiel énergétique pour de nombreux pays en voie de développement.

Les critères de sélection d'une technologie appropriée.

Si la technologie appropriée semble apporter certaines réponses valables aux nombreux problèmes du transfert technologique, il demeure qu'il est souvent difficile pour les pays en voie de développement, de sélectionner la ou les technique(s) les plus appropriées à

(23) AC DI, Mission énergétique en Afrique de l'Ouest. Ottawa 1976.

(24) CREDI, Energy from Biomass for DC's, Ottawa, 1979.

leurs conditions et à leurs besoins. Cette question du choix technologique est même débattue aux Nations-Unies.

"the General Assembly recommended that developing countries get better access to technologies appropriate to their specific needs. The General Assembly has also urged that research programs be oriented toward identifying appropriate technologies". (25)

Une façon d'assurer un transfert technologique conforme aux conditions dans les pays en voie de développement, serait en basant le choix des technologies exportées vers les pays en voie de développement, sur des critères qui tiendraient compte des réalités à l'intérieur de ces pays.

Nous suggérons les quelques critères suivants pour le choix de technologies dans les pays en voie de développement.

Emploi.

Dans de nombreux pays en voie de développement, le chômage est tel que celui qui a un emploi fait souvent exception dans une famille. Il n'est pas rare, dans certains pays, de trouver des taux de chômage de 50 à 60%. (26)

(25) CHATEL, B.H. *Technology Assessment and DC's, Technological Forecasting and Social Change*, 72(4), 1979, p.207

(26) BIT. *L'emploi dans les pays du Sahel*, CILSS, 1977.

Face à cette situation, l'adoption d'une technologie devrait être conditionnelle à sa capacité de créer de nombreux emplois dans le pays où elle s'implante.

Capital.

Les technologies des pays industrialisés sont habituellement à coefficient élevé en capital à cause du coût croissant de la main-d'oeuvre dans ces pays. Or, c'est tout le contraire que nous trouvons dans les pays en voie de développement, riches en main-d'oeuvre économique et pauvres en capital. C'est pourquoi les technologies à faible coefficient en capital, capables de valoriser les ressources financières indigènes, devraient être favorisées.

Energie.

En plus de développer des technologies capables de favoriser leurs propres sources d'énergie, les pays en voie de développement devraient sélectionner des technologies susceptibles de procurer les plus grandes économies énergétiques possibles.

Environnement.

Un des plus sérieux problèmes causé par le surdéveloppement des pays industrialisés, est la dégradation de l'environnement. Les pays en voie de développement

possédant encore un environnement relativement pur, devraient être particulièrement soucieux d'adopter des technologies qui respectent leur patrimoine naturel.

Enfin, signalons que les pays en voie de développement, devraient particulièrement être attentifs à ce que les technologies sélectionnées correspondent aux goûts et à la culture de la population, à ses besoins réels, et que ces technologies utilisent le maximum de ressources à l'intérieur du pays où elles s'implantent.

Il serait souhaitable que chaque pays en voie de développement possède une grille de critères pour la sélection de technologies. Ainsi, l'importation de technologies, de même que la recherche nationale, pourraient s'orienter vers les technologies appropriées.

Toutefois, malgré les avantages que représente la technologie appropriée, ce type de développement rencontre une certaine opposition.

Les critiques de la technologie appropriée.

L'intérêt croissant pour la technologie appropriée par les gouvernements (Tanzanie, Guinée-Bissau), les organismes non-gouvernementaux (VITA, Appropriate Technology Goup) ou les organismes donateurs (Banque Mondiale, CRDI), pour en nommer quelques-uns, ne signifie pas que l'enthou-

siasme pour la technologie appropriée soit universel.

Dans certains pays en voie de développement qui misent sur d'ambitieux programmes industriels (les pays de l'OPEC par exemple), la technologie appropriée est accusée de ne pas apporter une véritable solution aux problèmes du développement international. Certains pays considèrent la technologie appropriée

"...comme une tentative en vue d'institutionnaliser le statu quo technologique en offrant aux pays en voie de développement, des technologies inefficaces, périmées et inaptes à promouvoir une croissance soutenue". (27)

C'est là à première vue, une critique sérieuse de la technologie appropriée, mais qui à notre avis, est injustifiée.

Cette critique est fondée sur trois (3) points.

Premièrement, selon ces pays, la technologie appropriée est une tentative de "maintenir le statu quo". Au contraire, à notre avis, la technologie appropriée est plutôt menaçante pour l'ordre mondial établi. La technologie appropriée avec l'accent qu'elle met sur l'initiative locale, sur l'auto-suffisance, et une attitude critique vis-à-vis de la modernisation, représente une force potentiellement déstabilisatrice pour l'ordre mondial.

(27) Jéquier, N., *La Technologie Appropriée*
OCDE, Paris, 1976, pp.38-39.

Les pays longtemps défavorisés, qui apprennent peu à peu à fabriquer de nouveaux instruments et à gérer plus efficacement leur exploitation, deviennent éventuellement moins dépendants de l'aide étrangère caractéristique du passé.

Compte-tenu de l'interdépendance entre les économies des pays industrialisés et des pays en voie de développement, la technologie appropriée pourrait permettre aux pays pauvres de se passer facilement de plusieurs produits fabriqués jusqu'à présent dans les pays industrialisés. Dans le domaine énergétique, par exemple, les pays en voie de développement, ayant développé leurs propres sources d'énergie, n'auraient plus à dépendre des centrales thermiques et nucléaires achetées à d'énormes prix des pays industrialisés.

Ce rétrécissement du marché mondial pour les pays industrialisés, amènerait très certainement ces derniers à reconsidérer leurs relations avec les pays du Tiers-Monde, dorénavant plus autonomes.

Deuxièmement, on accuse les technologies appropriées d'être inefficaces et périmées.

Or, l'efficacité de ces technologies est très relative. Pour les privilégiés des pays en voie de développe-

ment, ces technologies peuvent sembler bien primitives comparées à celles rencontrées dans les pays industrialisés. Mais pour la grande majorité de la population, en particulier les ruraux, qui ne participent pas à la société de consommation, ces technologies appropriées représentent un grand pas en avant de même que la possibilité de satisfaire plus efficacement leurs besoins dans les domaines de la santé, de l'alimentation, de l'énergie et du logement.

Troisièmement, la technologie appropriée est accusée d'être incapable de promouvoir une croissance soutenue.

La technologie appropriée n'est pas une fin en soi, mais plutôt une étape dont le but est de faire du développement un processus autonome d'innovation et de croissance à partir de la base, contrairement au développement dirigiste "par le haut" des technologies modernes.

C'est pourquoi, à notre avis, une participation collective au développement national générée en partie par la technologie appropriée, loin de mener à un cul de sac, est le premier pas dans un processus de développement continu. L'adoption de technologies appropriées n'est en fait qu'une étape en route vers les aspirations légitimes des populations les plus démunies des pays en voie de développement.

CHAPITRE V

LA PRODUCTION D'ENERGIE FORESTIERE EN
AFRIQUE DE L'OUEST AUJOURD'HUI

TABLE DES MATIERES

	Page
Introduction.....	(127)
Problématique.....	(127)
Objectif.....	(129)
Le Ghana.....	(132)
La Haute-Volta.....	(141)
Le Mali.....	(144)
Le Sénégal.....	(145)
Conclusion.....	(147)
<u>Annexes:</u>	
Appendice 1	
La meule en terre.....	(154)
Appendice 2	
Le four portatif.....	(156)
Appendice 3	
Le four Missouri.....	(162)
Appendice 4	
La fosse traditionnelle.....	(165)
Appendice 5	
La meule Casamançaise.....	(168)
Appendice 6	
Liste des personnes rencontrées.....	(173)

INTRODUCTION

1-) Problématique:

Comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents, le bois et le charbon de bois jouent un rôle de premier plan dans l'approvisionnement énergétique des pays africains. En effet, 75% de l'énergie totale produite en Afrique provient de l'énergie forestière sous forme de bois de chauffage ou de charbon de bois.⁽¹⁾

Au Sahel, le rôle de l'énergie forestière est encore plus grand. Plus de 84% de l'énergie totale consommée au Sahel provient de l'énergie forestière.⁽²⁾ Au Mali, le bois et le charbon de bois représentent 93% de la consommation totale d'énergie.⁽³⁾

Dans la plupart des pays sahéliens on a de plus en plus tendance à transformer le bois en charbon de bois à cause du phénomène d'urbanisation croissante. Le charbon de bois est plus populaire dans les centres urbains qu'à la campagne, parce qu'il est moins volumineux, et parce

(1) J. Bone, Renewable Energy for Development, C.E.D.I. mars 1979, p.2.

(2) CILSS, L'énergie dans la stratégie du développement du Sahel, Niamey, octobre 1978, p.1.

(3) IBID.

qu'il brûle proprement, sans faire de fumée. En effet, nous avons pu constater une forte demande pour le charbon de bois dans toutes les villes sahéliennes visitées. Ceci est dû au fait que ce produit, fort apprécié des consommateurs urbains, a plusieurs fonctions telles que:

1) Fonction domestique:

- cuisson des aliments
- chauffage de l'eau
- chauffage des maisons.

2) Fonction artisanale:

- fabrication de bière de mil
- rôtisseries et préparation de brochettes
- petits restaurateurs
- boulangeries-pâtisseries
- poteries
- fabrication de briques
- forgerons, bijoutiers
- blanchisseurs.

3) Fonction industrielle:

- grandes brasseries et pâtisseries
- conserveries
- tanneries
- céramiques
- diverses fabriques
- hôtellerie
- travaux publics, etc... (4)

Il y a eu une augmentation du prix du kilogramme de charbon de bois par rapport au prix de 1974 ⁽⁵⁾ dans tous les marchés des villes visitées.

(4) Keita J.P., Eléments de stratégie pour la satisfaction des besoins en combustible ligneux du Sahel d'ici l'an 2000., Cub du Sahel, mai 1979.

(5) ACPI, Mission d'étude sur l'énergie forestière en Afrique de l'Ouest, Ottawa, 1974.

Le tableau ci-dessous montre cette augmentation:

Ville	(Prix en francs CFA/kg)	
	1974	1979
Quagadougou	25	35
Bamako	15	30
Dakar	15	30

Il découle de ce qui précède que le charbon de bois est, et restera un combustible important apprécié du consommateur.

Nous pensons qu'une amélioration des techniques de production permettra un meilleur approvisionnement de ce produit dans les villes, aidant ainsi à lutter contre la récente flambée des prix.

2-) Objectif:

C'est pourquoi, l'objectif de notre séjour en Afrique de l'Ouest, a été de faire un inventaire des techniques traditionnelles et modernes de production de charbon de bois. Nous avons également relevé des avantages et des inconvénients de chacune de ces techniques, compte-tenu des conditions de productions.

Comme nous le verrons, les techniques de carbonisation modernes augmentent la productivité en charbon de bois. Malgré ceci, nous avons porté une attention particulière aux méthodes traditionnelles de production de charbon de bois. Nous croyons qu'il est important de revaloriser ces

techniques en les améliorant pour qu'elles deviennent une partie importante des technologies qui serviront à répondre aux besoins fondamentaux de la majorité de la population des pays ouest-africains aujourd'hui.

Ghana
Haute-Volta
Mali
Sénégal

GHANA

Le Ghana, très riche en ressources forestières et doté d'un bon service forestier, est présentement l'hôte de plusieurs projets dans le domaine de la production d'énergie forestière. Le plus important de ces projets, financé par la PNUD/FAO. "The Development of Forest Energy Resources in Ghana" a pour but:

... to increase the production of charcoal by utilizing previously wasted wood. It is envisaged that charcoal will be substituted for other fuels thus helping the economy to withstand the effects of increasing prices of oil products. Additionally the project will create employment, and ensure earnings of foreign exchange by exporting charcoal⁽¹⁾ and viable industries based on charcoal.

A l'intérieur de cet ambitieux programme, sous la direction du Dr. D.E. Earl, nous avons étudié trois⁽³⁾ différentes techniques de production de charbon de bois.

1) La meule en terre

Cette méthode traditionnelle, populaire en Afrique de l'Ouest, comprend cinq (5) opérations successives:

(1) UNDP/FAO, The Development of Forest Energy Resources in Ghana, GHA/74/013, 1974.

le tressage, l'habillage, l'alumage, la cuisson et le défournement. On trouvera une explication illustrée détaillée sur la construction de cette méthode en annexe, à l'appendice (1).

Cette méthode peu productive donne un rendement d'environ 30kg./stère. La carbonisation se fait relativement lentement, de 3 à 6 jours si le volume n'excède pas 10-15stères, mais plus pour un volume de bois supérieur. Le refroidissement dure de 6 à 10 jours. La meule en terre requiert beaucoup de travail pour la préparation et le défournement du charbon.

Organisation de la production:

Le projet "The Development of Forest Energy Resources" vise une production industrielle de charbon de bois utilisant des techniques modernes, plus productives que les méthodes traditionnelles.

Toutefois, à cause du grand volume de bois à carboniser et afin d'encourager l'initiative des petits producteurs indépendants, ces derniers sont invités à carboniser le bois excédentaire au moyen des meules en terre.

Ces "private entrepreneurs" doivent payer 10% de leur production en droit de coupe. Si le bois est scié,

et prêt à carboniser, ils doivent payer un supplément de 33% de leur production, pour un total de 43%. Cette taxe élevée pour le bois coupé vise à décourager la dépendance des producteurs traditionnels vis-à-vis du service forestier.

La production traditionnelle est parallèle à la production officielle du projet tout en étant soumise au contrôle des autorités. Enfin, signalons que les entrepreneurs traditionnels sont habituellement composés d'une ou plusieurs familles qui produisent du charbon de bois en plus d'exploiter une petite ferme.

Conditions de production.

La meule traditionnelle s'est montrée peu efficace dans les conditions climatiques de la haute futaie tropicale. Les producteurs traditionnels ne produisaient pas de charbon de bois dans la forêt Subri (lieu du projet) avant la venue de ce programme. Or, pendant la saison des pluies, les meules en terre absorbent l'eau, ce qui produit un ralentissement considérable de la carbonisation. De plus, ce climat rend les conditions de travail très difficiles (transport, approvisionnement, arrêts de travail, etc...).

Face à ceci, peu de producteurs indépendants veulent travailler durant la saison des pluies, préférant

attendre la saison sèche.

2) Les fours portatifs:

Les fours métalliques portatifs sont faits de deux (2) anneaux métalliques ou plus qui s'imbriquent entre eux, surmontés d'un couvercle conique. Ces fours sont deux (2) fois plus productifs que les meules en terre, comme le démontre le tableau 1, à la page suivante.

Le tableau 11 ci-dessous, indique le nombre et les types de fours utilisés à l'intérieur du projet, de même que la productivité de chacun de ces types de fours.

TABLEAU 11
Fours métalliques portatifs (2)

Type de four	Capacité (stères)	Productivité moyenne/sacs	Nombre de sacs/stère	Nombre de fours	Fours en panne
Ghana-maxi	7.32	12.4	1.69	2	1
Tranchant	5.49	9.4	1.71	10	2
Mini	5.49	8.2	1.49	1	0
Minor-mini	3.66	5.3	1.45	4	1

(2) Kant, Harry, Project Report, UNDP/FAO, 7/04/78.

TABLEAU 1

Tableau comparatif entre la méthode traditionnelle
meule en terre et le four portatif Mark V.

Type de four	Coût \$ Can.	Durée de vie (an)	Production mensuelle (tonne)	Capacité par fournée (stère)	en bois par mois	Durée de cycle (jours)	Productivité par stère
4 meules** 1 Mark V	0 2,800.	0 3	5.49 5.40	7.5 6.0	183 90	5 à 6 2	30 kg. 60 kg.

**Note: la grosseur de la meule est variable. Toutefois, pour cette comparaison nous avons choisi la dimension recommandée dans:

Charcoal Making for Small Entreprises (An Illustrated Training Manual),
International Labour Office, Genève, 1975.

Organisation de la production

Une équipe de 20 à 30 hommes est affectée à la production de charbon de bois avec leurs fours portatifs. Cette équipe travaille dans un même compartiment à la fois afin de concentrer la production dans un endroit et faciliter le contrôle de la production.

L'ingénieur de production assisté d'un technicien veillent au bon fonctionnement des fours et assurent une production continue de charbon en planifiant les opérations de carbonisation futures.

L'équipe des fours portatifs travaille en coopération avec les producteurs traditionnels, les aidant surtout avec le transport de personnes et de matériaux à l'intérieur du chantier.

L'ingénieur de production travaille de concert avec l'ingénieur forestier responsable du déboisement, et le sylviculteur en chef responsable du reboisement. La production de charbon de bois joue ainsi un rôle central dans l'évolution du projet en préparant le terrain pour un reboisement ultérieur.

Conditions de production

Contrairement aux meules en terre, les fours portatifs sont peu affectés par la saison des pluies, étant faits de métal. Par contre, ces derniers présentent certains inconvénients.

Premièrement, ils requièrent un investissement initial d'environ 2,800\$ dollars, coût qui doit être amorti sur la production de charbon de bois.

Deuxièmement, les conditions très difficiles sur le terrain, jumelées à l'inexpérience des travailleurs avec ces fours portatifs, font que ces fours ont une courte vie et sont facilement mis hors d'usage. Ceci a pour conséquence d'augmenter les coûts de production.

3) Le four Missouri

Ce type de four apte à une production industrielle de charbon de bois est utilisé à l'intérieur du projet depuis janvier 1979.

Le four Missouri a une capacité d'environ 175 stères de bois. A cause de sa récente mise en opération peu de renseignements sont disponibles sur son rendement dans les conditions ghanéennes.

Toutefois, suite à nos observations, le rendement semble être inférieur à celui escompté initialement

pour plusieurs raisons:

- a) le four Missouri représente une technologie importée au Ghana avec laquelle le projet est peu familier;
- b) les quatre (4) portes du four sont gondolées suite à un surchauffage du four, et nécessitent des soins spéciaux à la fermeture du four;
- c) le four étant situé loin du chantier de coupe, le bois doit être transporté sur une longue distance.

Les responsables du projet étudient présentement ces difficultés et espèrent y remédier avant que la construction des deux (2) nouveaux Missouri soit complétée.

Le principal avantage du four Missouri est qu'il maximise la quantité de charbon de bois produite tout en minimisant les coûts de main-d'oeuvre, comme le montre le tableau ci-dessous:

TABLEAU 111

Type de four	Coût \$	Amortissement (années)	journées/h. par tonne	tonnes par année
Meule en terre	0	0	26	12
Mark V. (four port.)	2,800	3	4	72
Missouri	18,000	7	1	312

(5) Earl, T.F., Charcoal, FAO, 1974.

Le bon fonctionnement du projet, de même que la production industrielle de charbon de bois au Ghana, dépendent d'une production efficace et continue des fours Missouri. En effet, tout arrêt dans la production de ces fours équivaldrait à une perte financière pour le projet, financé en partie par la vente de charbon de bois produite et vendue sur les marchés locaux.

On trouvera en annexe, à l'appendice 3, une description illustrée du four Missouri ghanéen.

Observations:

Le projet "The Development of Forest Energy Resources in Ghana " a le mérite de valoriser les ressources énergétiques ghanéennes et par le fait même, réduire la dépendance du Ghana vis-à-vis de l'extérieur en matière d'approvisionnement énergétique.

Ce projet combine les méthodes traditionnelles de fabrication de charbon de bois avec des techniques modernes et sera éventuellement ouvert à la production avec des cornues capables de récupérer les autres dérivés de la carbonisation (créosote, alcool, etc...).

Enfin, le succès de ce projet aura certainement des répercussions dans d'autres pays africains riches en ressources forestières et désireux de réduire leurs importations de combustible fossile de plus en plus chères.

HAUTE-VOLTA

Notre séjour en Haute-Volta nous a permis d'étudier la méthode de la fosse traditionnelle. Accompagné d'un guide voltaïque, nous avons observé les différentes étapes dans la production de charbon de bois avec la fosse traditionnelle, au km.20 sur la route de Zorgo, au nord-est de Ouagadougou.

On trouvera en annexe, à l'appendice 4, une description illustrée de cette méthode traditionnelle.

LE C.I.L.S.S.

Nous avons également profité de notre passage à Ouagadougou pour nous rendre au bureau du Comité permanent inter-Etats de lutte contre la sécheresse dans le Sahel où on s'est montré intéressé par nos recherches. Nous avons voulu y étudier la position émise par le CILSS concernant l'énergie forestière dans la récente publication: L'énergie dans la stratégie de développement du Sahel (CILSS octobre 1978).

Brièvement résumée, la position du CILSS est la suivante: la demande en énergie forestière au Sahel augmente au rythme de la croissance démographique, ce qui entraîne un sévère déboisement qu'il faut à tout prix arrê-

ter.

Les moyens préconisés par le CILSS pour faire face à cet urgent problème sont:

- 1) d'augmenter le nombre de plantations énergétiques au Sahel au maximum,
- 2) et de substituer d'autres sources d'énergie (solaire, gaz, etc...) à l'énergie forestière.

Or, il s'avère, selon ces mêmes études du CILSS que:

- 1) il est impossible de satisfaire à la demande en énergie forestière en augmentant le nombre de plantations énergétiques, à cause du coût prohibitif de ces dernières,
- 2) et que les énergies de substitution à l'énergie forestière ne seront pas généralisées au Sahel pour plusieurs générations.

Ainsi, nous concluons de ce qui précède, que quoique le CILSS ait bien perçu le problème du déboisement et des conséquences qu'il entraîne, cet organisme ne propose que des solutions à long terme sans prévoir de solutions à court terme, soit entre 1980 et l'an 2000-10.

Suite à nos observations au Ghana, pays limi-

trophe riche en ressources forestières, nous proposons comme solution à court terme au problème énergétique sahélien, que les pays du Sahel importent du bois et du charbon de bois des pays côtiers.

En effet, une production industrielle de charbon de bois avec des fours du type Missouri, permettrait au pays côtiers, riches en ressources forestières inexploitées, d'approvisionner les pays sahéliens menacés par la désertification. Par exemple,

"En Côte d' Ivoire, chaque année, on défriche 2⁴ million d'hectares de forêt vierge pour les mises en culture, ce qui produit environ 100 millions de m.³ de bois par an; cette production inutilisée représente six (6) fois la consommation totale sahélienne.

... ces volumes de bois, brûlés en pure perte, pourraient vraisemblablement être (4) d'un grand intérêt pour les pays sahéliens.

De plus, l'importation de charbon de bois des pays côtiers profiterait aux pays sahéliens en leur permettant d'économiser le bois destiné à la production d'énergie forestière. Ainsi, on pourrait réduire la menace de désertification, voire même l'éliminer complètement.

(4) CILSS, L'énergie dans la stratégie de développement du Sahel, Ouagadougou, octobre 1978.

Notre expérience dans le projet The Development of Forest Energy Resources in Ghana, nous suggère que la voie de la coopération sud-sud entre pays côtiers et pays sahéliens en Afrique de l'Ouest, peut résoudre le problème d'approvisionnement énergétique des pays sahéliens.

LE MALI

La carbonisation au Mali, selon le Service des Eaux et Forêts, se fait exclusivement avec les méthodes traditionnelles de la fosse et de la meule en terre (appendice 1 et 4).

Pendant notre séjour au Mali, nous sommes allés sur le terrain, afin d'étudier des méthodes traditionnelles de production de charbon de bois en brousse malienne, près de Bamako.

Le Service des Eaux et Forêts:

La quasi-totalité de la production de charbon de bois malienne est entre les mains des producteurs traditionnels, le Service des Eaux et Forêts ne produisant qu'environ 30 sacs de charbon par mois.

Toutefois, la Banque Mondiale financera en 1980, un projet d'aménagement de 3,400 ha. de forêt naturelle, projet qui comportera un volet production de charbon de bois. En effet, le Mali achètera cinq (5) fours Mark V afin de maximiser la production et d'introduire cette technique

au Mali.

À long terme, le Service des Eaux et Forêts a l'intention de produire du charbon de bois uniquement dans le cadre d'aménagements forestiers, laissant ce marché aux producteurs traditionnels.

Le service forestier malien est conscient de la pénurie de charbon de bois sur le marché et de son prix élevé. En effet, le prix du kg. de charbon de bois a doublé sur le marché de Bamako depuis 1976. (voir tableau page 139).

Nous pensons que ceci est une indication que le Mali, pays pauvre en ressources forestières, profiterait également d'une importation temporaire de charbon de bois des pays côtiers. Ceci lui permettrait d'épargner les ressources qui lui restent pendant la difficile période de transition vers de nouvelles sources d'énergie.

LE SENEGAL

. Au Sénégal, nous nous sommes particulièrement intéressés au Projet de mise en valeur des forêts de la Basse et Moyenne Casamance. Ce projet, financé par la PNUD/FAO ressemble beaucoup au projet que nous avons visité au Ghana. Il consiste en l'aménagement d'une superficie de 5,000 ha. qui serviront à produire du bois d'oeuvre et du charbon de bois avant d'être reboisés avec du Gmelina

arborea, essence forestière économique populaire dans les projets de reboisement.

Le volet production de charbon de bois du projet en Casamance ne favorise pas l'utilisation des fours métalliques portatifs comme le fait le projet ghanéen. En effet, les fours métalliques ont été remplacés par des meules en terre traditionnelles, transformées et adaptées aux conditions de production casamançaise. On trouvera en annexe, à l'appendice 6, une description illustrée de cette "meule casamançaise".

Il est intéressant de noter que le projet de carbonisation en Casamance connaît les mêmes difficultés que le projet ghanéen en ce qui a trait à la saison des pluies, ou, comme le disent les gens du pays, l'hivernage. En Casamance, les responsables du projet prévoient d'interrompre la production de charbon de bois pendant l'hivernage pour les raisons suivantes:

- 1) les paysans qui travaillent habituellement à la carbonisation ne sont plus disponibles en hivernage, préférant travailler dans leurs champs durant cette saison productive.
- 2) L'abondance de la pluie ralentit la production et rend le travail très irrégulier.
- 3) La carbonisation du bois étant affectée, des rendements sont faibles (seulement 14% au lieu de 30%), ce qui é-

quivaut à une perte en charbon de bois.

Enfin, signalons que ce projet en Casamance cherche à augmenter sa production à 9,000 tonnes de charbon de bois par année pour l'exportation vers Dakar.

CONCLUSION

Suite à notre fructueuse recherche sur le terrain, nous sommes satisfaits de voir l'importance grandissante que les pays ouest-africains, de même que les organismes internationaux, accordent aux problèmes de production d'énergie forestière. Du Ghana au Sénégal, en passant par la Haute-Volta et le Mali, nous avons trouvé les projets en cours ou qui débiteront d'ici 1981.

Grâce à cette prise de conscience collective, à laquelle le CILSS a largement contribué, nous croyons qu'il sera possible dans un avenir rapproché, de parler de coopération entre les pays côtiers et les pays sahé-liens dans le domaine de l'approvisionnement en énergie forestière.

Et c'est là que l'aspect technologique des méthodes de production de charbon de bois, aura un rôle important à jouer. En effet, à cause de leur pénurie de bois, les pays sahéliens seront de plus en plus soucieux de trouver des techniques de carbonisation capables de

valoriser au maximum leurs ressources forestières; de même les pays côtiers devront sélectionner la ou les techniques les mieux adaptées à leurs conditions climatiques et forestières, dans le but d'exporter du charbon de bois vers les pays sahéliens.

Enfin, signalons que nous avons été ravis de découvrir la meule casamançaise, qui est selon nous, un heureux mélange entre l'économie des méthodes traditionnelles et l'efficacité des techniques modernes de carbonisation. Nous voyons là une innovation technologique qui atteste des possibilités de trouver des moyens de production de charbon de bois de mieux en mieux adaptés aux conditions ouest-africaines.

CONCLUSION

En conclusion, par les chapitres qui précèdent, nous souhaiterions avoir montré que l'énergie forestière verra son importance s'accroître dans les pays en voie de développement à l'avenir pour les deux (2) raisons principales suivantes.

Premièrement, parce qu'il est prévu que l'explosion inexorable des besoins énergétiques du Tiers-Monde fera que leur niveau de consommation sera à la fin du siècle, du même ordre que celui de la Communauté Economique Européenne ou des Etats-Unis. Il est également prévu que

"by the time the Third World countries start reaching this stage, the developed capitalist countries, at the growth rates assumed for them, would in fact have used up most of the economically exploitable oil reserves. In consequence, there will simply not be enough oil to promote the Third World's growth...". (1)

Deuxièmement, il est devenu évident que les combustibles ligneux dont on consomme 300 millions de m³/an dans les pays en voie de développement, demeureront une source d'approvisionnement énergétique importante dans ces pays à l'avenir. Comme l'explique Poulsen,

"with the expected exhaustion of fossil fuel resources within the next 30 to 50 years, the world

(1) Surendra, J. Patel, Energy Policies and Collective Self-Reliance in the Third World, page. 15.

is likely to become more and more dependent on renewable energy source such as wood. It can be expected, therefore, that instead of declining the consumption of fuel-wood will continue to climb for above the present level". (1)

Donc, compte-tenu de la demande énergétique croissante chez les pays en voie de développement et de l'offre limitée que représentera la disponibilité du pétrole à l'avenir, les pays en voie de développement compteront davantage sur l'énergie renouvelable que constitue la forêt pour subvenir à leurs besoins. Cette analyse s'applique fort bien aux pays ouest-africains dont plus de 80% de la population est rurale (donc consommatrice d'énergie forestière) et où le pétrole est la plus importante source d'énergie

Notre étude a tenté de mettre cette problématique en évidence en quantifiant le potentiel que représente l'énergie forestière pour les pays ouest-africains afin de démontrer que la forêt représente une alternative intéressante aux problèmes énergétiques de ces pays. De plus, nous pensons que les avantages économiques et sociaux qui peuvent être retirés d'une production systématique d'énergie forestière sont fort importants. Nous croyons toutefois que toute exploitation supplémentaire

(1) Gunnar Poulsen, Man and Tree in Tropical Africa, C RDI, page 12.

des ressources forestières existantes des pays ouest-africains, devra se faire dans le cadre d'un aménagement forestier planifié, qui tiendra compte de l'écologie des milieux et qui impliquerait directement les populations locales.

Notre recherche a également voulu souligner la dimension technologique de la production d'énergie. La technologie n'étant pas neutre, les choix technologiques que feront les pays en voie de développement pour mettre en valeur leur potentiel énergétique forestier, aura un impact marqué sur leur développement. C'est pourquoi nous avons favorisé l'utilisation de technologies appropriées aux réalités des milieux ruraux pour la production de charbon de bois. L'inventaire de technologies de carbonisation du bois que nous avons étudié démontré qu'il existe des technologies simples, efficaces et à la portée des populations des pays en voie de développement, comme le four portatif métallique, par exemple. Comme l'expliquait une récente étude du PNUD,

"Priority should be given to energy technologies that exploit locally available energy, human and material resources in the rural areas as far as possible so that rural income would remain within the rural areas. Those schemes should be preferred, where the tradition of using these resources exists; for example... wood in the case of charcoal production from wood plantations". (1)

(1) PNUD, Appropriate Industrial Technology for Energy for Rural Requirements, UN, N.Y. 1979, page 22.

Un recours aux technologies valorisant les ressources humaines et matérielles des milieux ruraux serait favorable à un développement endogène (ou "self-reliant") qui contribuerait à réduire la dépendance de ces pays envers l'extérieur en ce qui a trait à leurs besoins énergétiques. Car, en plus d'approvisionner les milieux ruraux, la production d'énergie forestière excédentaire pourrait être acheminée vers les centres urbains aux prises avec des pénuries de pétrole.

Si nous acceptons la thèse voulant que l'énergie forestière représente un potentiel énergétique important, de même que des avantages économiques et sociaux intéressants les populations des pays ouest-africains, il devient urgent de développer des moyens pour mettre en valeur ces ressources dans les plus brefs délais. Sinon, le prix élevé de la pauvreté dans les pays en voie de développement continuera à croître à l'avenir.

* * * * *

ANNEXE

La partie suivante est une description illustrée des différentes techniques de production de charbon de bois étudiées.

La meule en terre: la construction des meules en terre est constituée des 5 étapes suivantes:

- 1) Le dressage: des billes sont disposées sur le sol à des intervalles d'environ 1 mètre pour recevoir la charge et pour permettre la circulation de l'air. (photo 1)

(1)

Ensuite, la charge de bois est empliée sur la base en ayant soin de lui donner une forme régulière. Il est préférable de former une charge avec du bois d'environ la même grosseur et de la même essence. (photo 2)

(2)

- 2) L'habillage: des perches de bois d'environ 2 mètres de longueur sont plantées autour de la charge à des intervalles de 1,5 mètres. On recouvre ensuite la meule d'environ 30 cm. de végétation (feuilles, plantes, mousse, herbes, etc...). Le tout est ensuite recouvert d'environ 15 cm. de terre. (photo 3)

(3)

- 3) L'allumage et la cuisson: l'allumage se fait à une extrémité de la meule à l'aide d'un petit feu préalablement préparé près de la charge. Lorsque la fumée s'est répandue partout à travers la meule et que le feu est bien pris l'ouverture de l'allumage est fermée avec des feuilles et de la terre.

C'est alors que commence la cuisson qui dure de 3 à 6 jours et qui est caractérisée par les quatre (4) phases suivantes:

a) La combustion	température: 600°C.
b) La déshydratation	" : 100-200°C.
c) La phase exothermique	" : 270-600°C.
d) Le refroidissement	" : 600°C. à temp. ambiante

(voir photo 4)

156.

(4)

4) Le défournement: Cette opération consiste en la récupération du charbon de bois. Ce travail effectué en famille, commence par l'extrémité de la meule où fut allumé le feu, tandis que l'autre bout continue de se carboniser.

- Cette opération représente une perte en charbon parce que faite avant que la meule soit complètement carbonisée et refroidie. De plus, le charbonnier doit souvent éteindre le feu avec de l'eau ce qui nuit à la qualité du produit. (photo 5)

(5)

(1)

Enfin, ces trois
photos illustrent le
processus tradition-
nel en montrant

- 1) la meule
- 2) son produit
- 3) le charbon mis en
sacs et prêt pour
le marché

(2)

(3)

Le four portatif métallique:

Le four métallique portatif permet un plus grand contrôle qu'avec les méthodes traditionnelles pendant la carbonisation, en plus de donner un rendement supérieur. La capacité de ces fours varie selon leur taille, comme l'indique le tableau 11 à la page .

La photo ci-dessous montre le "Mini" avant et après la carbonisation. (photo 1)

(1)

Le bois, préalablement en longueurs de 1 mètre est placé à l'intérieur du four de façon à laisser le minimum d'espace vide. Le chargement se termine avec l'installation du couvercle qui doit être également bien rempli de bois. (photo 2).

(2)

La photo ci-contre, prise suite à un défournement, montre les sacs de charbon au premier plan et la méthode de chargement de ces fours.

Le four peut être allumé du haut ou du bas. Lorsque le feu est bien pris, le couvercle est refermé et scellé avec de la terre. Les cheminées sont alors installées pour permettre l'émission de fumée pendant la carbonisation.
(photo 3)

(3)

Le four doit être inspecté périodiquement pendant la période de carbonisation (de 18 à 24 heures), afin de contrôler l'entrée d'air au cours de la cuisson. Lorsque la carbonisation est terminée, ce qui est facilement visible par l'échappement d'une fumée transparente des cheminées, ces dernières sont enlevées et tous les trous d'air sont scellés avec de la terre. (photo 4)

(4)

Le défournement est fait 8 à 12 heures après la fin de la carbonisation. Le charbon est mis dans des sacs de 50kg. et transporté au bord des routes où il est chargé dans des camions. La photo (5) montre le site d'un four et les trois (3) entrées d'air au sol après un défournement. Le rendement de ces fours varie entre 50 et 70kg./stère.

141.

(5)

Enfin, lorsque tout le bois autour du four a été carbonisé, ce dernier est facilement démonté et les anneaux métalliques sont roulés vers un nouveau site. (photo 6)

(6)

Le four Missouri:

La carbonisation à l'intérieur du four Missouri se fait sur le même principe que dans tous les autres types de fours. L'avantage de ce four est qu'il peut carboniser un grand volume de bois (environ 175 stères) en utilisant peu de main-d'oeuvre (une journée homme par tonne de charbon produite).

Le bois peut être chargé mécaniquement ou à la main par les grandes portes métalliques à chaque extrémité du four. Le feu est allumé par ces portes ou par les six (6) trous d'aération sur le toit du four.

Dans le projet ghanéen, les portes étaient gondolées et devaient être recouvertes de terre afin d'empêcher l'entrée d'air pendant la carbonisation. (photo 1)

(1)

Pendant la période de cuisson et de refroidissement, de 10 à 12 jours, les travailleurs affectés au Missouri, fendent le bois pour la prochaine fournée ou sont dirigés vers d'autres travaux sur le chantier. (photo 2)

(2)

Le four Missouri ghanéen est doté de 8 cheminées et de 8 rentrées d'air situées à la base de ces dernières. Ainsi, l'air est tiré par le bas pour être rejeté en fumée par les cheminées vers le haut. Ces trous d'aération servent également à déterminer la progression de la carbonisation au fur et à mesure que la cuisson avance. (photo 3)

(3)

Dans de bonnes conditions, un four Missouri produit 32.5 tonnes de charbon de bois par mois, à partir de deux (2) fournées de 175 stères chacune. Ainsi, le Missouri peut produire une tonne de charbon/11 stères de bois.

Deux autres fours Missouri sont présentement en construction sur le chantier, dans l'espoir de rendre la production de charbon de bois industrielle. Le succès ou l'échec des fours Missouri en Afrique dépendra des résultats que le projet obtiendra avec ces nouveaux fours.
(photo 4)

(4)

La fosse traditionnelle:

Les photos ci-dessous sont d'une fosse à charbon de bois voltaïque, située au km. 20 au nord-est de Quagadougou sur la route de Zorogo.

Le charbonnier creuse d'abord une fosse d'environ 1m50 de profondeur, 1m de largeur et de 2m50 de longueur. (photo 1)

La charge de bois est ensuite placée à l'intérieur de la fosse en ayant soin de laisser un espace au fond de celle-ci pour l'allumage. Le feu est allumé et laissé à l'air libre, jusqu'à ce que la combustion du bois semble bien engagée. (photo 2)

(1)

(2)

Ensuite, la fosse est recouverte de minces feuilles de métal, ce qui a pour effet d'étouffer les flammes et d'entamer le processus de carbonisation. Les feuilles de métal sont alors recouvertes de terre afin de sceller la fosse aussi hermétiquement que possible. (photo 3)

(3)

La carbonisation dure environ de 12 à 18 heures selon la charge, suivie d'une période de refroidissement d'une journée. Les feuilles de métal sont alors enlevées pour la récupération du charbon de bois. (photo 4)

(4)

(5)

(6)

Le charbonnier procède alors au défournement et à la mise en sacs d'environ 30kg. du charbon de bois. (photo 5). Chaque fournée lui rend entre 5 et 6 sacs.

Lorsqu'il s'agit de petits producteurs, le charbon de bois est acheminé vers le marché en bicyclette ou en mobylette (photo 7). Il est courant de voir des bicyclettes chargées de sacs de charbon sur la route de Quagadougou.

La meule "casamançaise":

La meule casamançaise est construite de la même façon que la meule en terre (voir appendice 1). Par contre, la meule casamançaise se distingue des autres meules par deux (2) caractéristiques: sa taille volumineuse et sa cheminée.

La meule casamançaise varie entre 100 et 150 stères et mesure 12m de longueur par 5m de largeur et 2m. de hauteur, soit approximativement les dimensions du four Missouri (appendice 3).

La construction de cette meule commence par la formation d'une base surélevée du sol sur laquelle sera chargée de bois à carboniser. (photo 1)

(1)

Suite à la formation de la base, le processus de construction est le même que pour la meule en terre en ce qui concerne le tressage et l'habillage de la meule casamançaise.

Par contre, l'allumage se fait par une grande ouverture sur le côté de la meule, (photo 2). La grandeur de l'ouverture est proportionnelle au volume de bois à carboniser. (photo 2)

(2)

La cheminée:

La meule casamançaise est dotée d'une cheminée qui s'avère fort utile spécialement au début de la carbonisation du bois. En effet, cette cheminée permet de bien distribuer la chaleur et le feu à l'intérieur de la meule facilitant ainsi une carbonisation plus uniforme de la charge. (photo 3).

La cheminée de la meule casamançaise est faite de 3 barils superposés, soudés entre eux. Facile de construction, cette cheminée peut être montée rapidement avec les matériaux locaux à peu de frais. (photo 3)

(3)

Cette cheminée procure les avantages suivants:

- 1) elle évite la perte de chaleur, permettant ainsi une meilleure carbonisation. Ceci a pour effet de réduire la quantité de bois incuit, augmentant alors le rendement de la meule.
- 2) Elle est produite localement et à peu de frais.
- 3) Elle permet d'extraire l'huile pyro-ligneuse.

L'extraction de l'huile pyro-ligneuse de la meule se fait par la condensation de la fumée très chaude à la sortie de la meule. Il suffit d'insérer un tuyau à la base de la cheminée pour permettre le refroidissement de la fumée et ainsi récupérer l'huile pyro-ligneuse. (photo 4)

(4)

Il est important de surveiller cette meule attentivement tout au long de sa carbonisation afin de boucher les trous qui apparaissent au cours de la cuisson. Un (1) ou deux (2) hommes y sont affectés en permanence. (photo 5)

(5).

Une équipe de trois (3) hommes monte une meule casamançaise de 100 stères en 20 jours. La carbonisation dure de 5 à 10 jours, selon que la teneur en humidité du bois est basse ou élevée. Le refroidissement de la meule s'étend sur une période de 5 à 7 jours.

Exemple d'une meule casamançaise en carbonisation.

LISTE DES PERSONNES RENCONTREESGHANA

M. Tony Owereke,
Administrative Officer,
UNDP,
Ring Road, Accra.

M.D.E. Earl,
Project Manager,
UNDP/FAO Project,
P.O. Box 209,
Takoradi.

J.L. Masson,
Chief Sylviculturist,
UNDP/FAO Project,
P.O. Box 209,
Takoradi.

M. Constantino Codjambasis,
Production Engineer,
UNDP/FAO,
P.O. Box 209,
Takoradi.

M. William Robinson,
CUSO Representative,
North Liberia Road,
Accra.

HAUTE-VOLTA

M. Claude-Guy Pilon,
Coordonnateur SUCO,
B.P.
Ouagadougou.

M. Jean Ian,
Représentant ACDI,
Ambassade du Canada,
B.P. 548,
Ouagadougou.

M. Yaya Idris,
Directeur,
CILSS,
B.P. 7049,
Ouagadougou.

M. J.J. Adam,
Equipe ecologique,
B.P. 7049,
Ouagadougou.

M. Helge Semb.
Conseiller technique,
UNSO,
B.P. 366,
Ouagadougou.

MALI:

Mlle M. Boulanger,
Représentante ACIDI,
Ambassade du Canada,
B.P.
Bamako.

Nouhoum Traoré,
Coordonnateur SUCO,
B.P.
Bamako.

M. M.L. Kallé
Directeur de l'aménagement et de la production
forestière,
Ministère des Eaux et Forêts,
B.P.
Bamako.

M.M. N'Diaye,
Inspection générale,
Ministère des Eaux et Forêts,
B.P.
Bamako

SENEGAL:

Mlle Cindy Robinson,
Peace Corp. Representative,
Allée Coursin,
Dakar.

M. Saloum Senko,
Responsable de la commercialisation,
Projet PNUD/FAO,
B.P. 47,
Ziguinchor.

M. Ibrahima NaDiaye,
Technicien en carbonisation,
Projet PNUD/FAO,
B.P. 47,
Ziguinchor.

M. Souleymane Gueye,
Responsable sylvicole,
Projet PNUD/FAO,
Ziguinchor.

Afrique occidentale

----- : Limite de la zone contestée par l'Algérie et le F. Polissario.

GRANDES ZONES CLIMATIQUES
 Extrait de: Grand Atlas du continent africain
 éditions Jeune Afrique, 1973.

Fig. 4.2. The world's forests.

DE Carl, Forest Energy and Economic Development

BIBLIOGRAPHIE

- A.C.D.I. Mission d'étude sur l'énergie forestière au Sahel et en Afrique Occidentale, du 2 octobre au 17 décembre 1974
Ottawa, (186 pages).
- ARNOLD, J.E.M.
Wood Energy and Rural Communities, U.N.
Journal of Natural Resources
April 1979.
- ARNOLD, J.E.M., Jongma J., Fuelwood and charcoal in developing countries, Unasylva Vol.29 no.118
(8 pages).
- BALASUBRAMANYAM, V.N.,
Transfer of Technology the Unctad Arguments in Perspective, Impact of Science on Society, vol. 28, no.4, 1978.
- BANQUE MONDIALE,
Forestry, Sector Policy Paper, février 1978.
(64 pages).
- BARNEA, L., The Energy Crisis and the Future, UNITAR,
Research Report, No. 21, N.Y. 1975.
- BENE, J.G., Beall, H.W., Côté A., Les arbres dans l'aménagement des terres sous les tropiques: une solution à la faim.
C.R.D.I., 084f., Ottawa, 1978 (55 pages:ill.)
- BRANDT COMMISSION,
North-South-a program for Survival, MIT Press,
Cambridge, 1980.
- BROWN, Norman L. Editor, Renewable Energy Resources and Applications in the Developing World, AAAS, 1978.
- CANADA, Environnement Canada,
Combustion Technology for the Disposal and Utilisation of Wood Residue, Ottawa.
Report EPS-3-AP-75-4, May 1975.
- CANADA, Ministère de l'Industrie et du Commerce,
Charbon de bois, Digest du Marché, Ottawa,
M.D. 4-74.

- CATINOT, R., Comment utiliser les forêts comme source d'énergie?
Prospective sur leurs potentialités actuelles et futures, dans Bois et Forêts des Tropiques, CTFT, no.184, mars-avril 1979.
- CHATEL, B.H. Technology Assessment and Developing Countries Technological Forecasting and Social Change, 72 (4), 1979.
- CHUDSON, W.A. The International Transfer of Commercial Technology to Developing Countries. Unitar 1971.
- C.I.L.S.S. L'énergie de la stratégie de développement au Sahel, Ouagadougou, 1978.
- C.I.L.S.S. L'énergie de la stratégie de développement au Sahel, situation-perspectives-recommandations, oct: 78 (23 pages).
- C.I.L.S.S. L'amélioration des foyers pour l'utilisation domestique des bois de feu: ses possibilités et son impact au Sahel, Ouagadougou, mai 1979.
- C.I.L.S.S. La situation forestière au Sénégal, Consultation CILSS/UNSO/FAO sur le rôle de la forêt dans un programme de réhabilitation du Sahel, 1976, (32 pages).
- C.I.L.S.S. Les problèmes forestiers du Niger. Consultation CILSS/UNSO/FAO sur le rôle de la forêt dans un programme de réhabilitation du Sahel, 1976 (7 pages).
- C.I.L.S.S. Rapport provisoire et Plan d'action. Consultation CILSS/UNSO/FAO sur le rôle de la forêt dans un programme de réhabilitation du Sahel, 1976 (48 pages).
- C.I.L.S.S. Consultation CILSS/UNSO/FAO sur le rôle de la forêt dans un programme de réhabilitation du Sahel. Problèmes forestiers du Mali, 26 avril- 1 mai 1976, (5 pages).
- COLOMBIE-BRITANNIQUE
An Evaluation of Wood Waste Energy Conversion Systems, British Columbia Energy Commission, Vancouver, Mars 1978.

CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES DU CANADA,
Rapport sur l'énergie,
 Ottawa 1978.

- C.R.D.I. Energy from Biomass for Developing Countries, A State of the Art Report CRDI;
 Janvier 1979, Ottawa.
- DELWAULLE, J.C. Le rôle du forestier dans l'aménagement du Sahel, Centre Technique Forestier Tropical,
 mars 1974, (53 pages).
- DELWAULLE, J.C. Roederer Y., Le bois de feu à Niamey, dans
Bois et Forêts des Tropiques, no. 152,
 CTFT, Paris 1973 (6 pages).
- DOAT, J., La carbonisation des bois tropicaux, dans
Bois et Forêts des Tropiques, C.T.F.T.
 no. 159, 1975.
- DOAT, J., Petroff G., La carbonisation des bois tropicaux -Essais
de laboratoire et perspectives industriel-
les, dans Bois et Forêts des Tropiques,
 no. 159, 1975 (18 pages).
- DOAT, J., Le pouvoir calorifique des bois tropicaux
dans Bois et Forêts des Tropiques, CTFT, no.
 172, Paris, 1977, (24 pages).
- DUNKERLY, J. Patterns of Energy Consumption by the Rural
and Urban Poor in Developing Countries, U.N.
Journal of Natural Resources, July 1979.
- EARL, D.E. Charcoal, F.A.O.
 Rome 1974.
- EARL, D.E. Forest and Energy and Economic Development
 Clarendon Press, Oxford, 1975 (127 pages).
- EARL, D.E. Charcoal- an André Mayer fellowship report,
 F.A.O. Rome 1974, (97 pages).
- EARL, D.E. A Renewable Source of Fuel. Unasylva, vol.1V
 1975.
- EARL, D.E. La production de bois et de charbon de bois
en tant que source d'emplois. Dans Séminaire
international "Emplois et transfert de techno-
logies dans l'économie forestière"FAO/OIT
 Berlin-Ouest, 1974 (13 pages).

- EARL, D.E. Rapport sur le séminaire régional FAO/BIT pour l'Afrique francophone sur la formation d'exploitation des forêts tropicales. Centre forestier pilote de Bimbo, Bangui, République Centrafricaine, 9-19 décembre 1970.
- EARL, D.E. Renewable Fuel and the Profitable Mangement of the Tropical Moist Forest, A.C.D.I. 1975 (15 pages).
- EARL, D.E. The potential for Charcoal, Report prepared for the government of Madagascar by the FAO 1971, (70 pages).
- ETATS-UNIS U.S. Department of Agriculture Service, Charcoal: Production, Marketing and Use No. 2213, July 1961, (137 pages).
- F.A.O. Charcoal from Portable Kilns and Fixed Installations. F.A.O. Rome, 1956.
- FLOOR, W.M. Le problème de l'énergie dans les pays du Sahel, Ministère des Affaires Etrangères, Pays-Bas, 1977 (91 pages).
- FLOOR, W.M. Le problème de l'énergie dans les pays du Sahel, Ministère des Affaires Etrangères, Pays-Bas, 1977.
- FRANCE , Ministère de la Coopération), Photosynthèse, Pyrolyse ou Gazification, Energies Nouvelles et Développement, Collection: technologie et développement, numéro 2, 1978 (5 pages).
- FRENCH, D., Firewood in Africa . U.S. A.I.D., Washington, 1978 (36 pages).
- GALTUNG, J. Vers l'autodéveloppement et l'interdépendance globale. ACDI, Ottawa 1978.
- GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY, Pyrolytic Conversion of Agricultural and Forestry Wastes in Ghana U.S. A.I.D., Washington, 1976 (38 pages).
- HALLET, R.H., La fabrication et la mise en marché du charbon de bois dans l'est du Canada, Environnement Canada, Rapport OP-X-75(F) 1973.

- HENRY, D.A. Energy and Development: fueling change dans Mobilizing Technology for World Development, Praeger Special Studies, 1979.
- HOWE, W.J., Energy for the Villages of Africa, Overseas Development Council, Washington, 1977.
- INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Charcoal Making for Small Scale Entreprises (an illustrated training manual). Geneva 1975, (30 pages).
- INSTITUT BRACE, Un manuel de Technologie Appropriée, Ottawa 1976.
- JEQUIER, N. La Technologie Appropriée: problèmes et promesses, OCDE, 1976.
- KANT, N., The Development of Forest Energy Resources in Ghana, Project Report UNDP/FAO, Accra, 1978.
- KEIL, A.R. Use of Mill Residues for Charcoal, the Northeastern Logger, Marc 1960, pages 32-36.
- KEITA, J.D. Eléments de stratégie pour la satisfaction des besoins en combustible ligneux au Sahel d'ici l'an 2000. Club du Sahel, mai 1979.
- KEITA, J.D. Eléments de stratégie pour la satisfaction des besoins en combustible ligneux au Sahel, C.I.L.S.S. 1978.
- LAXAMARA, N.B. et Bawagan P.V., Charcoal Production at Forpridecom, Forest Products and Industries Development Commission, Forpride Digest, Vol.2, No. 3 & 4, 1973.
- LITTLE, F.C.S. A Kiln for Charcoal Making in the Feild, Tropical Science, Vol.XIV, No.3 (10 pages).
- LITTLE, F.C.S. The Mini-Cusad Kiln for Rapid Small-Scale Manufacture of Charcoal from Scrub, Coconut Wood, and Coconut Shells, Appropriate Technology, I.T.D.G., London 1978, (3 pages).
- MAHAN, Val. The Wood Fuel Energy Shortage, U.S. AID, 1977. (22 pages).
- MAKLYANI & POOLE, Energy and Agriculture in the Third World, Ball, Pub. Co. Cambridge, 1975.

3 3
OF / DE

4

MIDDLETON ASSOCIATES.

Renewable Energy for Developing Countries:
a preliminary assessment of the potential
and Canadian capability, Toronto, 1979.

MSEKWA, P. Self-Reliance as a strategy for Economic
Development, Research Bureau, paper 76,6
University of Dar Es Salaam, 1976.

NATIONS-UNIES Conseil économique & social, le rôle de
l'énergie dans le développement des éta-
blissements humains en Afrique. Commission
économique pour l'Afrique,
Le Caire, 1975.

N.U. Conseil Economique & Social
Utilisation des ressources: le rôle de l'é-
nergie dans le développement des établisse-
ments humains en Afrique,
Le Caire, Juin 1975.

OEDC Energie et environnement: méthode d'analyse
des relations à long terme, Paris 1974.

OEDC Energy R and D, problems & perspectives
Paris 1975.

OLSON, R., A Portable Charcoal Kiln, Connecticut Expe-
riment Station Bulletin, (26 pages).

O.I.T. Programme des emplois et des compétences
techniques pour l'Afrique, CILSS, 1977.

O.I.T. L'emploi dans les pays du Sahel. Programme
des Emplois et des Compétences Techniques
pour l'Afrique, 1977. (23 pages).

OVERSEAS DEVELOPMENT COUNCIL,
Energy for the Villages of Africa, O.D.C.
Washington, 1977 (134 pages).

POULSEN, Gunnar Man and tree in Tropical Africa, CRDI, Ottawa
1978, (31 pages: ill.).

POWELL, J.W. Wood Waste as an Energy Source in Ghana, dans
Renewable Energy Resources Rural Applica-
tions, in the Developing World, AAAS, Wa-
shington 1978.

QUEBEC, Charbon de bois et briquettes de charbon de
bois. Ministère de l'Industrie et du Commer-
ce, mai 1978.

QUEBEC, Centre de Recherche Industrielle du Québec,
Charbon de bois, Québec, Projet no 8-488-32, 74.

- REDDY, AA. Technological Alternatives and the Industrial Energy Crisis dans Economic and Political Weekly Edition Spéciale, août 79.
- REVELLE, R. Requirements for Energy in the Rural Areas of Developing Countries, in Renewable Energy and Applications in the Developing World A.A.A.S. Westview Press, Boulder, Colorado 1978.
- RUUSKANEN, S. Promotion of Charcoal Production, FAO, Rome 1971 (15 pages)
- SASKATCHEWAN, Wood for Power Generation in Isolated Northern Communities, Sask. Power Corp., Auguts 1977.
- SHERPEAD, K.R. Energy from the Forests, an exercise in community forestry.
- SHIRKIE, R. Des récoltes énergétiques, dans Explore, CRDI, Vol.7 No. 3, 1978 (page 17).
- SIROIS, G. Protection et conservation des forêts en Algérie, ACDI, mars 1974, (54 pages).
- SIROIS, G. Recherches forestières, dans Rapport d'activités au Zaïre soumis au Commissaire d'Etat à l'environnement, Conservation de la nature et du tourisme et à l'ACDI, 1978.
- SIWEK, K. Development of Charcoal Production in Ghana, dans Investment Journal, Vol.5, no.2, Ghana Investment Centre 1974.
- SPEARS, J.S. Wood as an Energy Source. 103rd Annual Meeting of the American Forestry Ass. 1978 (33 pages).
- STOHR, W.B. (Voir au bas de la page 183).
- SURENDA, J. Energy Policies and Collective Self-Reliance of the Third World, Vienna Institute for Development, Occasional paper, 78/5, 1978.
- SWIFT, J. Desertification and Man in the Sahel, Consultation sur le rôle de la forêt dans un programme de réhabilitation du Sahel, CILSS/UNSO/FAO 1976, (8 pages).
- UHART, E. Informations sur les fours et cornues à carboniser le bois, FAO/CEA, 1975 (7 pages)
- UHART, E. Possibilité du développement de la production du charbon de bois en H.V. FAO/CEA, Addis A.74

- UHART, E. Le Charbon de bois en Zone Sahélienne.
dans Séminaire pour le Développement des
ressources forestières dans la Zone Sahé-
lienne (CILSS) Niamey, Juillet 1975
(12 pages).
- U.N. Handbook on the Acquisition of Technology
by developing countries.
UNCTAD, N.Y. 1978.
- U.N. The Long Step Forward (The U.N. Conference
on Science and Technology), N.Y. 1979.
- UNDP/FAO The Development of Forest Energy Resource
in Ghana, GH/74/013/Accra, 1974.
- UNCTAD, Energy Supplies for Developing Countries
Issues in Transfer and Dev. of Technology,
Geneva 1978, TD/B/C.6/1.
- UNIDO Appropriate Industrial Technology for
Energy for Rural Requirements, U.N. 1977.
- V.I.T.A. Fours à bois et à charbon de bois pour la
cuisson domestique. VITA 1978, (109 pages)
- V.I.T.A. Make Charcoal the Easy Way, VITA, Documen-
tation Service, (22 pages).
- WHITEHEAD T.H. et SHERRILL, R.W. Wood Charcoal from a Cinder-Block Kiln
Forest Products Journal, August, 1961, pages
337-341.
- WILSON III, E.J. The Energy Crisis and African Underdevelop-
ment, in Africa Today, Vol.22, No.4, Oct./
déc. 1975.
- WILSON, C.L. Energy Global Prospects 1985-2000, McGraw
Hill, 1977.
- WORLD BANK Energy and Petroleum in Non-OPEC Developing
Countries, 1974-80
Washington 1976.
- WORLD BANK Energy and Petroleum in Non-OPEC, DC's,
1974-80, Paper no. 229, Washington 1976.
- STOHR, W. Taylor D.R.F. Development from Above or Below; the dia-
lectics of regional planning in developing
countries, John Wiley & Sons, 1981.

END

0 3 0 9 8 2

FIN