



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

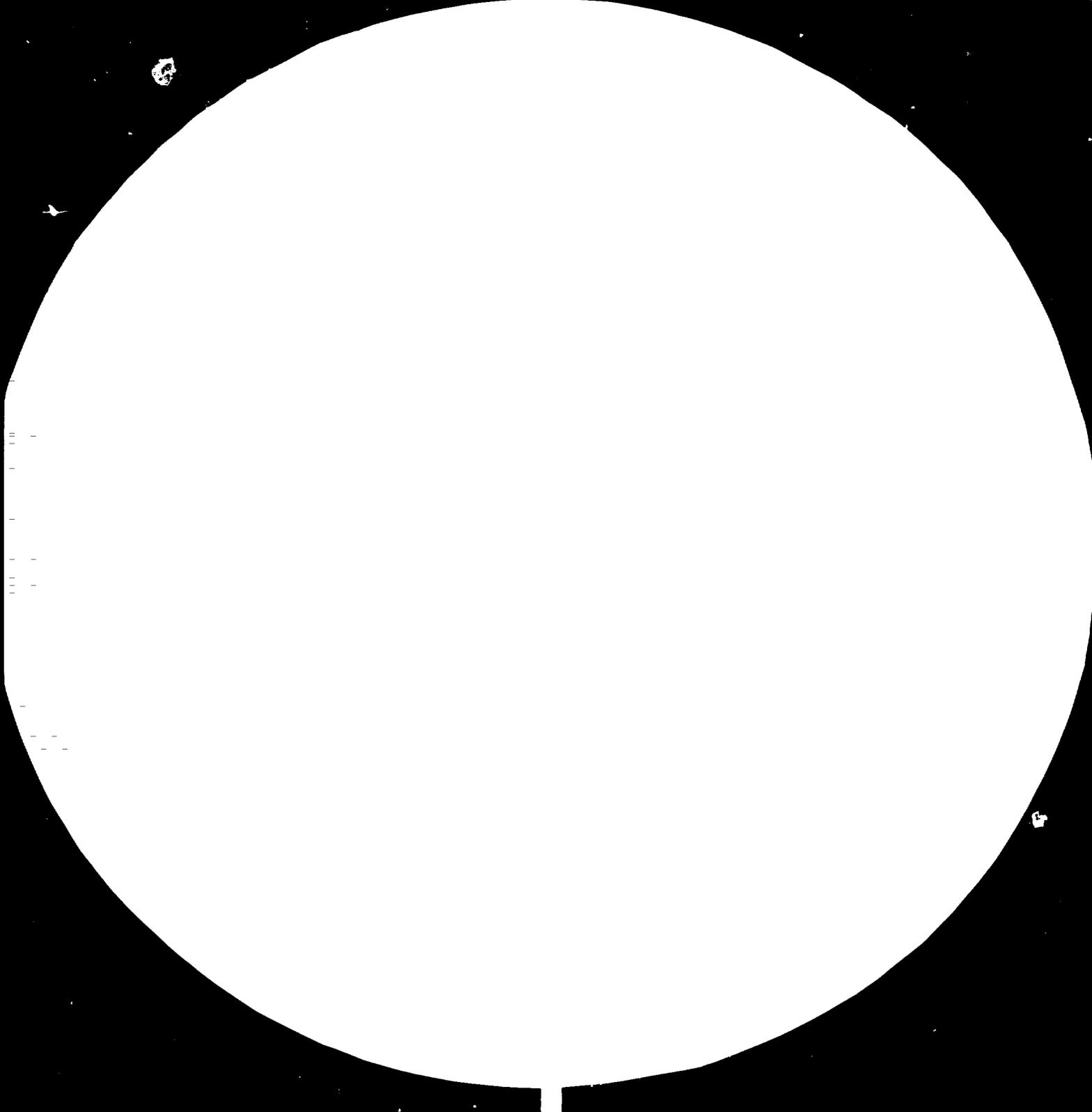
## FAIR USE POLICY

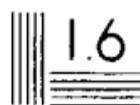
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)





2.8 2.5



Resolution Test Chart

Resolution Test Chart



11998

REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE  
UNITE - DIGNITE - TRAVAIL

Ministère de l'Energie, des Mines et de la Géologie

Republique Centrafricaine.

EXPERTISE SUR LA PLANIFICATION, LA MISE EN VALEUR ET

L'UTILISATION DES SOURCES D'ENERGIE NOUVELLES ET

RENOUVELABLES EN REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

Pierre Verstraete  
Ingénieur diplômé de  
l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)

Expert O.N.U.D.I.

Mission : SI/CAF/81/801/11-01/32.4.Z

O.N.U.D.I.

Organisation des Nations Unies  
pour le Développement Industriel

2345  
Novembre 1982

## TABLE DES MATIERES

	page
REMERCIEMENTS	I
RESUME ET CONCLUSIONS	II
REMARQUES PRELIMINAIRES	VI
1. INTRODUCTION	1
2. OBJECTIFS ET DEROULEMENT DE LA MISSION	2
2.1. Objectif de la mission	2
2.2. Déroulement de la mission	3
2.3. Personnalités rencontrées	4
3. SITUATION ENERGETIQUE	7
3.1. Aperçu général	7
3.2. Bilan énergétique	8
3.2.1. Energie commercialisée	8
3.2.2. Energie traditionnelle	8
3.2.3. Bilan global	9
3.3. Production et distribution des agents énergétiques	9
3.3.1. Electricité	9
3.3.2. Produits pétroliers	14
3.3.3. Bois	16
4. RESSOURCES EN ENERGIES NON RENOUVELABLES	18
4.1. Généralités	18
4.2. Uranium	18
4.3. Lignite	18
4.4. Pétrole	19
5. INVENTAIRE DES RESSOURCES EN ENERGIES RENOUVELABLES	20
5.1. Généralités	20
5.2. Conditions climatiques	20
5.3. Energie solaire	23
5.4. Energie éolienne	28
5.5. Biomasse	33
5.5.1. Généralités	33
5.5.2. Utilisation du bois	36
5.5.3. Valorisation énergétique des déchets végétaux	37
5.5.4. Valorisation énergétique des déchets d'élevage	42
5.6. Energie hydraulique	44
5.6.1. Conditions hydrologiques	44
5.6.2. Ressources en énergie hydraulique	45

6.	REALISATIONS ET PROJETS CONCERNANT LES ENERGIES RENOUVELABLES	49
	6.1. Energie solaire	49
	6.2. Energie éolienne	50
	6.3. Biomasse	50
	6.4. Energie hydraulique	
7.	ORGANISATION DU SECTEUR ENERGETIQUE	54
	7.1. Situation actuelle	54
	7.2. Nécessité d'un organe de coordination	55
	7.3. Tâches de l'organe de coordination	56
	7.4. Proposition de mise en place d'un organe de coordination	57
8.	ELEMENTS D'UNE POLITIQUE GLOBALE DE L'ENERGIE	59
	8.1. Objectifs	59
	8.2. Principes	59
9.	PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES	61
	9.1. Objectifs	61
	9.2. Aspects technologiques	61
	9.3. Transfert de technologie et formation	62
	9.4. Aspects régionaux du développement énergétique	63
	9.4.1. Répartition des ressources et de la demande énergétiques	63
	9.4.2. Développement régional	64
	9.5. Détermination des priorités	64
	9.5.1. Généralités et critères	64
	9.5.2. Projets en cours	65
	9.5.3. Projets à court terme	65
	9.5.4. Projets à moyen terme	66
	9.5.5. Projets à long terme	67
10.	PROPOSITIONS DE PROJETS PARTICULIERS	68
	Projet et réalisation d'une minicentrale	FP 1
	Inventaire des ressources en énergie hydraulique	FP 2
	Etablissement de dossiers de faisabilité technico-économique de minicentrales	FP 3
	Etude et installation d'un groupe à gaz- gène à Ndélé	FP 4
	Centre d'expérimentation et de formation	FP 5
	Plan directeur en vue de l'élimination du gasoil dans les centrales thermiques	FP 6
	Utilisation des déchets de l'industrie forestière pour la production d'électri- cité	FP 7
	Utilisation des résidus de la culture du café pour la production d'électricité	FP 8
	Installation pilote de pompage alimentée par des cellules solaires photovoltaïques	FP 9

ANNEXE 1 : PROGRAMME DE REHABILITATION ET DE DEVELOP-  
PEMENT DE L'ENERCA

ANNEXE 2 : COMPLEXE AGRO-INDUSTRIEL SUCRIER A BAMBARI

Références

REMERCIEMENTS

L'Expert tient à remercier très vivement les personnalités de l'Administration de la République Centrafricaine qui ont bien voulu lui apporter une aide précieuse dans l'accomplissement de sa mission, en lui prodiguant des conseils et des appréciations judicieuses sur la situation énergétique en Centrafrique et en lui fournissant des informations indispensables pour l'accomplissement de son travail.

Il tient à exprimer tout particulièrement sa gratitude envers les personnalités qui ont suivi l'accomplissement de la mission, en ont discuté l'orientation et les conclusions, ont organisé et participé aux missions de l'Expert dans le pays.

Les pensées de l'Expert s'adressent spécialement aux personnalités suivantes :

le Général de Brigade Abel Nado, Membre du Comité Militaire de Redressement National, Ministre de l'Energie, des Mines et de la Géologie

Monsieur M. Gourna - Douath, Chef de Cabinet du Ministère de l'Energie, des Mines et de la Géologie

Monsieur V.-B. Wakoro, Secrétaire Général du Ministère de l'Energie, des Mines et de la Géologie

Monsieur J.-E. Téya, Directeur Général de l'Energie, des Mines et de la Géologie

Monsieur A. Grémiango, Directeur Général de l'Energie Centrafricaine - ENERCA

Madame E. Koyagbélé, Directrice des Services Administratifs et Financiers de l'ENERCA

Monsieur G. Lekoua, Directeur de la Production et du Transport de l'ENERCA

Monsieur R. N'Djengué, Ingénieur hydrotechnicien, attaché à la Direction Générale d'ENERCA.

## RESUME ET CONCLUSIONS

En réponse à une demande formulée par le Gouvernement de la République Centrafricaine, l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI) a délégué un expert dans ce pays pour effectuer une mission exploratoire portant sur la planification et la mise en valeur des énergies renouvelables.

Les agents énergétiques utilisés en Centrafrique sont, en ordre croissant d'importance, les produits pétroliers, l'hydraulique et le bois. Dans le bilan énergétique global du pays, l'hydraulique qui produit essentiellement l'énergie électrique destinée à la ville de Bangui représente 1 % tandis que le bois qui est le combustible traditionnel occupe plus de 85 % de la consommation totale d'énergie du pays.

Fort heureusement, la faible densité de la population dans l'ensemble du pays et la richesse des forêts permettent à faire face à la demande de bois de feu sans risque de déforestation étendue. Des dispositions pratiques d'exploitation des forêts permettent même d'en assurer la pérennité sans opérations de reboisement.

Le Centrafrique possède par ailleurs de très importantes ressources en énergies renouvelables qui sont encore pratiquement inexploitées.

L'énergie hydraulique représente certainement les ressources d'énergies renouvelables les plus intéressantes en vue de l'électrification progressive des différents centres de consommation du pays. En plus de l'aménagement de Boali (19 MW) déjà réalisé, plusieurs sites ont été recensés et permettent la réalisation d'aménagements hydroélectriques de grande puissance. En attendant que la demande d'énergie électrique soit suffisamment développée dans le pays pour justifier ces différentes réalisations, de nombreuses possibilités de construction de micro et minicentrales hydroélectriques peuvent être envisagées.

La biomasse, outre l'important potentiel énergétique du bois déjà mentionné, comporte encore des possibilités de développement considérables. Il s'agit en particulier des résidus des grandes exploitations agricoles (coton, café, roselle, tabac, cultures vivrières) et des déchets d'exploitations forestières. Les possibilités de valorisation de ces résidus et déchets sont multiples. Elles comprennent la production d'électricité par groupes à gazogènes ou par moteurs à vapeur, la production de gaz ou d'alcool par fermentation ou distillation.

L'énergie solaire, malgré des conditions moins favorables en saison des pluies, constitue une ressource énergétique intéressante, en particulier dans le nord du pays. Son utilisation peut également être envisagée dans les autres régions du pays pour des applications ponctuelles de faible puissance, en des endroits éloignés d'autres sources naturelles d'énergie.

Les possibilités d'application de l'énergie éolienne sont très limitées en raison des vitesses généralement faibles des vents stables et de la fréquence élevée des périodes de calme.

Les difficultés d'approvisionnement en produits pétroliers et les très lourdes charges financières correspondantes conduisent à recommander le développement intensif des énergies renouvelables. Ce développement doit constituer une pièce maîtresse et prioritaire d'une politique globale de l'énergie en Centrafrique.

Les objectifs d'une telle politique sont de procurer de l'énergie aux communautés urbaines et rurales pour satisfaire leurs besoins de base, de réduire la dépendance du pays vis-à-vis des produits pétroliers, de supprimer la surexploitation des forêts et de promouvoir une utilisation plus judicieuse de l'énergie.

De ces objectifs, il résulte quelques principes généraux qui peuvent servir de fil conducteur pour l'établissement d'une politique globale de l'énergie, à savoir :

1. diversification des agents énergétiques
2. développement intensif des énergies renouvelables
3. substitution des énergies renouvelables au bois (dans la mesure où il est localement surexploité) et aux produits pétroliers
4. planification de l'exploitation des forêts pour en assurer la préservation et la pérennité
5. amélioration des rendements d'utilisation du bois de feu
6. économie et gestion améliorée des agents énergétiques
7. récupération et recyclage de l'énergie dans les processus industriels
8. recherche et développement dans le domaine des énergies renouvelables
9. formation des cadres et agents pour l'utilisation des énergies renouvelables et l'exploitation et la maintenance des équipements correspondants
10. vulgarisation des énergies renouvelables pour en assurer la diffusion et l'acceptation psychologique et sociale

Afin de permettre la mise en oeuvre d'une politique globale de l'énergie, il est nécessaire de disposer d'un organe d'étude et de coordination. Cet organe pourrait être établi au sein de l'Office de Recherche Energétique, Minière et Géologique déjà existant. Il travaillerait en collaboration étroite avec la Commission ad hoc chargée des questions d'énergie dont la création a été décidée récemment pour assister le Comité National du Plan.

Un programme de développement des énergies renouvelables comprend tout d'abord la réalisation des projets résultant de la décision du Gouvernement de donner la priorité aux aménagements hydroélectriques ainsi qu'à la réhabilitation et au développement des installations existantes.

A moyen terme, on considère la réalisation des projets formulés dans le présent rapport. Le décalage par rapport aux projets précédents tient uniquement à une formulation plus tardive et au temps nécessaire pour trouver le financement.

A long terme, on trouvera les projets qui constituent la suite,

la généralisation ou la réalisation des programmes et plans directeurs constituant les projets à moyen terme.

Ce programme laisse une large place aux problèmes de formation et au transfert de technologie.

Les projets dont la réalisation est proposée dans les meilleurs délais (moyen terme) sont les suivants :

1. projet et réalisation d'une minicentrale hydroélectrique pilote pour le développement industriel rural
2. Inventaire des ressources en énergie hydraulique
3. Etablissement de dossiers de faisabilité technico-économique concernant la réalisation de minicentrales hydro-électriques
4. Etude et installation d'un groupe électrogène à gazogène dans le Centre urbain secondaire de Ndélé
5. Centre d'expérimentation et de formation pour la mise en valeur des énergies renouvelables
6. Plan directeur en vue de l'élimination du gasoil pour la production d'électricité dans les centrales thermiques
7. Utilisation des déchets de l'industrie forestière pour la production d'électricité
8. Utilisation des résidus de la culture du café pour la production d'électricité
9. Installation pilote de pompage d'eau souterraine alimentée par des cellules solaires photovoltaïques

Il appartiendra au Gouvernement de la République Centrafricaine d'évaluer l'intérêt de ces projets, de fixer les priorités et d'en promouvoir la réalisation en recherchant des financements et des assistances auprès des Organisations internationales ou dans le cadre d'accords bilatéraux.

REMARQUES PRELIMINAIRESa) Statistiques

Les données statistiques disponibles concernant l'économie énergétique en Centrafrique sont souvent fragmentaires et comportent parfois des contradictions.

Nous avons adopté, comme base de travail, les statistiques publiées par les Nations-Unies, puis avons utilisé différents documents Centrafricains et étrangers, laissant éventuellement subsister certaines incohérences entre ces différentes sources d'information.

Ainsi, les valeurs numériques indiquées dans le présent rapport doivent être considérées comme des informations approchées et non coordonnées, mais cependant suffisamment précises pour conduire le raisonnement.

b) Unités

Conformément aux dispositions légales en vigueur dans la plupart des pays, le Système International (SI) d'unités a été adopté pour exprimer les grandeurs énergétiques.

Dans certains cas, pour faciliter la compréhension du lecteur familiarisé avec les anciennes unités, celles-ci ont été rappelées dans le texte.

Dans le Système International - SI, l'énergie est exprimée en joules (J).

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$$

$$1 \text{ kcal} = 4,186 \cdot 10^3 \text{ J} = 4,186 \text{ kJ},$$

la puissance est exprimée en watts (W)

$$1 \text{ CV} = 736 \text{ W} = 0,736 \text{ kW}$$

Par ailleurs, les puissances de 10 s'expriment au moyen des préfixes suivants :

$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$
kilo	méga	giga	téra	péta	exa
k	M	G	T	P	E

Ainsi : 1 EJ =  $10^{18}$  J.  
( un exajoule =  $10^{18}$  joules).

EXPERTISE SUR LA PLANIFICATION, LA MISE EN VALEUR ET

L'UTILISATION DES SOURCES D'ENERGIES NOUVELLES ET

RENOUVELABLES EN REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

1. INTRODUCTION

Le système énergétique en Centrafrique est caractérisé par l'utilisation traditionnelle du bois et du charbon de bois qui couvrent plus de 85 % de la consommation d'énergie. Le solde est assuré par les énergies commercialisées, c'est-à-dire l'hydraulique encore peu développée au niveau global et les produits pétroliers importés.

La consommation de bois dépasse sensiblement la productibilité des forêts au voisinage de la capitale et des centres urbains secondaires, entraînant l'éloignement progressif de la forêt, arbres et arbustes de ces différents centres de consommation.

Le Centrafrique est riche en énergies renouvelables qui sont encore pratiquement inexploitées.

Le potentiel hydraulique n'a pas encore fait l'objet d'estimations globales, mais il est certainement très important à l'échelle des besoins énergétiques du pays.

L'énergie solaire et la biomasse constituent également des ressources intéressantes.

Préoccupé par cette situation, caractérisée par une forte dépendance énergétique vis-à-vis des produits pétroliers et un potentiel important d'énergies renouvelables encore peu exploitées, le Gouvernement de la République Centrafricaine a fait appel à l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI) pour qu'un expert effectue une mission dans le pays pour étudier les possibilités de mise en valeur de ces énergies renouvelables dans le cadre d'une analyse de la situation énergétique globale du pays.

Le présent document constitue le rapport d'expert établi dans ce contexte.

## 2. OBJECTIFS ET DEROULEMENT DE LA MISSION

### 2.1. Objectifs de la mission

Le but de la mission est de formuler, en collaboration avec les Autorités concernées, un programme intégré de développement des sources d'énergies nouvelles et renouvelables dans le Centrafrique, eu égard particulièrement aux problèmes de production, installation et entretien de l'équipement nécessaire.

L'expert est chargé d'effectuer notamment les tâches suivantes :

1. effectuer une analyse des installations existantes pour développer les énergies nouvelles et renouvelables dans le pays
2. soutenir les actions du Gouvernement et de l'industrie en vue de la formulation d'un programme portant sur l'utilisation des sources d'énergies nouvelles et renouvelables, permettant ainsi de réduire la dépendance du pays vis-à-vis des produits pétroliers
3. définir les conditions et les besoins liés à l'établissement d'un programme portant sur les énergies non conventionnelles, en particulier : biomasse, biogaz, énergies solaire et éolienne etc.
4. formuler un projet traitant des problèmes spéciaux touchant à l'assistance technique dans le domaine considéré
5. assister les Autorités responsables du développement énergétique pour la mise en oeuvre des mesures envisagées pour la réalisation du programme proposé
6. préparer un programme de formation du personnel national dans le domaine des technologies des énergies renouvelables
7. rédiger, d'entente avec le Gouvernement et le PNUD, un ou plusieurs documents de projet détaillés en vue de l'exécution pratique du programme proposé avec définition précise des objectifs immédiats, des résultats attendus, des activités à développer, des apports à fournir par le PNUD/ONUDI et par le Gouvernement
8. établir et soumettre un rapport final exposant les conclusions de la mission et les recommandations au Gouvernement quant aux mesures que celui-ci pourrait éventuellement adopter pour faciliter l'exécution du programme proposé.

## 2.2. Déroulement de la mission

Après quelques jours de préparation en Europe, consacrés à réunir des informations et de la documentation concernant la République Centrafricaine et plus particulièrement les statistiques économiques et énergétiques des Nations Unies, l'Expert a séjourné pendant deux mois et demi dans le pays (du 13 septembre au 23 novembre 1982).

Pendant ce temps, l'Expert a été détaché auprès du Ministère de l'Energie, des Mines et de la Géologie.

Une première partie de la mission a été consacrée à des prises de contact avec les différents Ministères et Organismes de l'Administration Centrafricaine concernées par le développement des énergies renouvelables ainsi qu'à une prise de connaissance des problèmes énergétiques du pays.

Ensuite, l'Expert a effectué des voyages d'étude dans différentes parties du pays, à savoir :

- Boali                    visite de l'aménagement hydroélectrique et des deux centrales de Boali 1 et 2
- Bangassou            cérémonie officielle d'inauguration de la centrale thermique de Bangassou, visite des chutes de Kembé sur la Kotto, visite de la centrale thermique de Bambari et de celle de Sibut en cours de construction
- Nola                    visite des entreprises d'exploitation forestières CAROMBOIS et EFBACA, visite d'une chute d'eau près de Nola (entre Bankoto et Ngoulo), visite de la Coopérative de café de Nola, reconnaissance aérienne du site des rapides de Yaméné sur la Kadéi, site envisagé pour la construction d'un important aménagement hydroélectrique
- M'Baïki                visite de l'Institut Supérieur de Développement Rural - Université de Bangui et journée de travail avec les responsables de cet institut, visite de l'entreprise d'exploitation forestière SIRCA-LEROY
- Kaga-Bandoro        cérémonie officielle d'érection du Centre d'Etudes Générales en Centre d'Etudes Supérieures, visite des chutes de la Nana
- Awakaba                Examen des conditions d'ensoleillement et des possibilités d'exploiter les forêts dans le nord du Centrafrique. Visite du Parc Présidentiel d'Awakaba.

La mission s'est poursuivie enfin par la mise au point, en collaboration étroite avec les responsables des Ministères et Organismes concernés, de différentes fiches de projet constituant des propositions de projet concernant le développement et la planification des énergies renouvelables.

En fin de mission, une séance de synthèse a été organisée sous la présidence du Haut Commissaire au Plan, réunissant les conseillers du Haut-Commissariat au Plan, des représentants des différents Ministères concernés ainsi que le Représentant Résident du PNUD et ses collaborateurs.

Au cours de cette séance, ces propositions ont été discutées et considérées comme intéressantes par les participants.

L'évaluation proprement dite sera effectuée par les Autorités Centrafricaines sur la base du rapport de mission préparé par l'Expert.

### 2.3. Personnalités rencontrées

Son Excellence le Général d'Armée André Kolingba, Président du Comité Militaire de Redressement National, Chef de l'Etat

Lt-Col. Alphonse Gombadi, Ministre d'Etat chargé de l'Agriculture et de l'Elevage

Adjudant Goeleyen, Chef du Cabinet du Ministre de l'Agriculture et de l'Elevage

Dr Vet. Erepe, Directeur Général de l'Elevage et des Industries animales, Secrétaire Général ad intérim

Monsieur Guenguené, Directeur Général de l'Agriculture

Monsieur Adouaka-Parou, Directeur de l'Agriculture

Monsieur Mbaye, Directeur Général du Génie Rural

Monsieur Kounet

Lt-Col. Thomas Napouka, Ministre d'Etat chargé des Travaux Publics et de l'Urbanisme

Général de Brigade Abel Nado, Ministre de l'Energie, des Mines et de la Géologie

Monsieur Gourna-Douath, Chef du Cabinet du Ministre de l'Energie, des Mines et de la Géologie

Monsieur Wakoro, Secrétaire Général du Ministère de l'Energie, des Mines et de la Géologie

Monsieur Taya, Directeur Général de l'Energie, des Mines et de la Géologie

Professeur Yurmani, Chef de l'Office des Recherches Energétiques, Minières et Géologiques

Monsieur Djibrine, Directeur de la Météorologie National

Lt-Col. Christophe Grelombé, Ministre chargé du Secrétariat Général du Gouvernement et de l'Information

Lt-Col. Antoine Gambi, Ministre de l'Education Nationale, de la Jeunesse et des Sports

Professeur Bassia, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Bangui

Professeur Minot, Directeur de l'Institut Universitaire de Technologie des Mines, de la Géologie et des Constructions, Université de Bangui

Monsieur Wenezoui, Directeur de l'Institut Supérieur de Développement Rural - Université de Bangui (ISDR) à M'Baïki

Monsieur Damio, Chef du Département des Eaux et Forêts, ISDR

Monsieur Grillon, Agronomie, ISDR

Monsieur Hoguet, Zootechnicien, ISDR

Monsieur Codjia, Chimie, ISDR

Monsieur Cottereau, Professeur de Machinisme Agricole, ISDR

Monsieur Ngondjo, Chef d'Exploitation ISDR

Monsieur Kazagui, Directeur Général de l'Office National de la Recherche Scientifique

Monsieur Mandaba, Ministère de l'Economie et des Finances

Monsieur Bongolape, Ministère de l'Economie et des Finances

Commandant Evariste-Martial Konzalé, Ministre des Eaux, Forêts, Chasses, Pêches et du Tourisme

Monsieur Bandos, Chef du Cabinet du Ministre des Eaux, Forêts, Chasses, Pêches et du Tourisme

Monsieur Gueret-Domba, Directeur Général des Forêts a.i.

Monsieur Mbétikon, Directeur Général de l'Office National des Forêts

Monsieur Bourgeois, Conseiller Technique Eaux et Forêts

Monsieur Thomassey, Conseiller Technique du Ministre des Eaux et Forêts

Monsieur Tran, Conseiller Eaux et Forêts

Capitaine Denis Wangao, Ministre du Commerce et de l'Industrie

Monsieur Sibiro, Directeur Général du Commerce et de l'Industrie

Monsieur Guy Darlan, Haut-Commissaire, attaché à la  
Présidence, chargé du Plan et de la Coopération Economique  
et Financiere

Monsieur Endjingboma, Chargé de Mission au Plan

Monsieur Refio, Haut Commissariat au Plan

Monsieur Dawson, Conseiller de la Banque Mondiale auprès  
du Haut Commissariat au Plan

Professeur Knieper, Conseiller Juridique auprès du  
Haut Commissariat au Plan

Monsieur Borey, Conseiller auprès de Haut Commissariat  
au Plan

Monsieur Giorgi, Conseiller du Président pour les Problèmes  
de la Protection de la Nature et du Tourisme, Directeur  
du Parc Présidentiel d'Awakaba

Monsieur Abossolo, Président du Conseil d'Administration  
de l'Energie Centrafricaine - ENERCA

Monsieur Grémiango, Directeur Général d'ENERCA

Madame Koyagbé, Directrice des Services Administratifs  
et Financiers d'ENERCA

Monsieur Lekoua, Directeur de la Production et des Trans-  
ports d'ENERCA

Monsieur Ngaiboy, Directeur Commercial d'ENERCA

Monsieur M'Boussa, Directeur des Etudes de Distribution et  
d'Exploitation d'ENERCA

Monsieur Gbibri, Chef du Service des Etudes d'ENERCA

Monsieur Ndjengué, Ingénieur Hydrotechnicien, attaché à  
la Direction Générale d'ENERCA

Monsieur N'Gombi, Chef de la Production Hydraulique, Chef  
de la Centrale de Boali 2, ENERCA

Monsieur Dokaboma, Chef de la Centrale de Boali 1, ENERCA

Monsieur Siry, Conseiller Technique à la Direction Géné-  
rale d'ENERCA

Monsieur Bembé, Directeur Général Adjoint, TOTAL CENTRAFRI-  
CAINE DE GESTION, TOCAGES

Monsieur Lavodrama, Chef du Service de Climatologie, ASECNA

Monsieur Wemai, Chef de la Maintenance, ASECNA

Monsieur Herssens, Conseiller Principal ADECAF

Monsieur Vernhet, Directeur Général Adjoint SOCADA

Monsieur Quennoz, Administrateur-directeur EFBACA

Monsieur Dolenc, Directeur Slovenia Bois

Monsieur Harper, Représentant Résident du PNUD

Monsieur Tarzi, Représentant Résident Adjoint du PNUD

Monsieur Coeur-Bizot, Représentant Résident Assistant PNUD

Mademoiselle Bentein, Administrateur de Programme, PNUD

### 3. SITUATION ENERGETIQUE

#### 3.1. Aperçu général

La situation énergétique en République Centrafricaine est précaire. Plus de 85 % de la consommation d'énergie primaire est couverte par le bois (cuisson et chauffage) et le solde par l'hydroélectricité et les produits pétroliers.

Fort heureusement, la productibilité de la forêt centrafricaine est élevée et permet de couvrir la consommation de bois de feu sans risque important de déforestation étendue. On constate toutefois un déboisement préoccupant à proximité des centres urbains les plus importants, en particulier auprès de la capitale de Bangui.

L'électricité d'origine hydraulique est produite par l'aménagement hydroélectrique de Boali (2 usines) et sert uniquement à l'alimentation de Bangui. La production de ces centrales est insuffisante pour répondre à la demande en saison sèche (étiage) et le complément est fourni par les groupes thermiques diesel de la centrale thermique de Bangui.

En dehors de la capitale, la production d'électricité est assurée par des groupes thermiques diesel implantés dans les principaux centres urbains secondaires. Les prestations très médiocres de ces groupes ont conduit les gros consommateurs industriels ou agricoles à s'équiper de leurs propres groupes électrogènes.

Il est d'usage, en matière d'économie énergétique de caractériser la situation d'un pays en comparant le produit national brut par habitant à la consommation d'énergie par habitant /1/. Bien que très largement utilisée, cette méthode s'applique moins bien aux pays en développement qu'aux pays industrialisés. Elle fait en effet appel aux statistiques énergétiques nationales qui ne prennent en compte que les énergies commercialisées. Sont donc considérés, dans le cas du Centrafrique, l'énergie hydraulique et les produits pétroliers alors que l'agent énergétique principalement utilisé, c'est-à-dire le bois, n'est pas comptabilisé.

---

/1/ Les chiffres entre // renvoient à la liste de références bibliographiques placée à la fin du présent rapport

Cette situation s'aggravera encore au fur et à mesure que des unités isolées de production d'énergie à partir des ressources renouvelables seront mises en service.

Compte tenu de ces réserves, la situation du Centrafrique se présente comme suit pour l'année 1980. A cette époque, la population du pays était estimée à 2,334 millions/4/ d'habitants et le revenu national brut s'élevait à 158,4 milliards de fr CFA soit 555,8 millions de US \$ (en 1980 1 US \$ = 285 fr CFA), soit 238 US \$/hab./2/.

La consommation d'énergie commercialisée est de 2,9 PJ soit 1,24 GJ/hab. Le rapport de ces deux quantités, soit 192 \$/GJ, est l'indice de productivité économique par rapport aux besoins énergétiques.

Pour l'ensemble des pays du monde, la valeur de cet indice est beaucoup plus faible, de l'ordre de 30 \$/GJ. La différence constatée indique que le revenu national est obtenu avec une contribution énergétique extrêmement faible. Cette situation est caractéristique d'un pays en développement à économie de subsistance avec commercialisation de produits agricoles et un secteur industriel peu développés. En fait, la pénétration des énergies commercialisées dans le pays est très faible.

### 3.2. Bilan énergétique

#### 3.2.1. Energie commercialisée

Selon les statistiques des Nations Unies pour l'année 1980 /3/, l'énergie primaire utilisée en Centrafrique était de 2,9 PJ (98 ktec), se répartissant comme suit selon les différents agents énergétiques :

- électricité (hydraulique)	0,2 PJ	( 7 ktec)
- produits pétroliers	<u>2,7 PJ</u>	<u>(91 ktec)</u>
Total	2,9 PJ	(98 ktec)

#### 3.3.2. Energie traditionnelle

Le bois constitue la principale forme d'énergie utilisée en Centrafrique et n'est officiellement commercialisée

que dans une faible mesure.

S'agissant d'agents énergétiques qui échappent en quasi totalité au circuit commercial et aux statistiques officielles, on ne dispose pas de données précises quant aux quantités utilisées.

Les statistiques des Nations Unies /3/, indiquent une production de bois de feu de  $2,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . Admettant un taux d'humidité du bois de 60 %, correspondant au taux d'humidité atmosphérique élevé (60 à 100 %) qui prévaut sur l'ensemble du pays, le pouvoir calorifique du bois en Centrafrique peut être estimé à 13 MJ/kg. Dans les conditions d'humidité mentionnées, la masse volumique du bois entrant dans les statistiques peut être estimée à  $0,54 \text{ t/m}^3$ . Ainsi, l'énergie correspondant au volume indiqué de la consommation de bois de feu est de 17,6 PJ/an environ.

Cela correspond à une consommation par habitant de 7,5 GJ, soit  $1,1 \text{ m}^3/\text{hab}$ . ce qui est l'ordre de grandeur généralement admis pour les pays africains tropicaux.

### 3.2.3. Bilan global

Tenant compte des énergies commercialisées et traditionnelles le bilan énergétique du Centrafrique se présente comme suit :

- électricité hydraulique	0,2 PJ	1 %
- produits pétroliers	2,7 PJ	13,5 %
- bois	<u>17,1 PJ</u>	<u>85,5 %</u>
Total	20,0 PJ	100,0 %

## 3.3. Production et distribution des agents énergétiques

### 3.3.1. Electricité

La production et la distribution d'énergie électrique sont assurées sur l'ensemble du territoire national par la société Energie Centrafricaine - ENERCA, société d'Etat, créée en 1963 et qui est au bénéfice d'un monopole dans ce domaine/5/.

Les installations de production dont dispose ENERCA sont les suivantes :

- centrales hydroélectriques	
. Boali 1	8 750 kW
. Boali 2	10 100 kW
- centrale thermique de Bangui	8 400 kW
- centrales thermiques des centres urbains secondaires	<u>3 340 kW (4180 kVA)</u>
Total	30 590 kW

La situation géographique de ces centrales est représentée sur la figure 3.1.

La centrale thermique de Bangui comporte huit groupes d'une puissance installée totale de 11 505 kVA (9200 kW). Compte tenu du mauvais état de certains groupes, la puissance effectivement disponible est de 7200 kW <sup>1/</sup>.

Le tableau 3.2 donne la liste des centrales thermiques des centres urbains secondaires en service (dix centrales) et en cours de réalisation (quatre centrales) <sup>1/6/</sup>.

Pour l'année 1980, la production d'énergie électrique par l'ENERCA se décompose comme suit, selon les centrales des différents types :

Centrales hydroélectriques :

- Boali 1	25 700 MWh
- Boali 2	41 000 MWh
Total prod. hydr.	<u>66 700 MWh</u>

Centrales thermiques :

- Bangui	430 MWh
- Centres secondaires	343 MWh
Total prod. thermique	<u>773 MWh</u>
Total général prod.	<u><u>67 473 MWh</u></u>

---

1/Diverses mesures sont en cours d'exécution pour améliorer cette situation

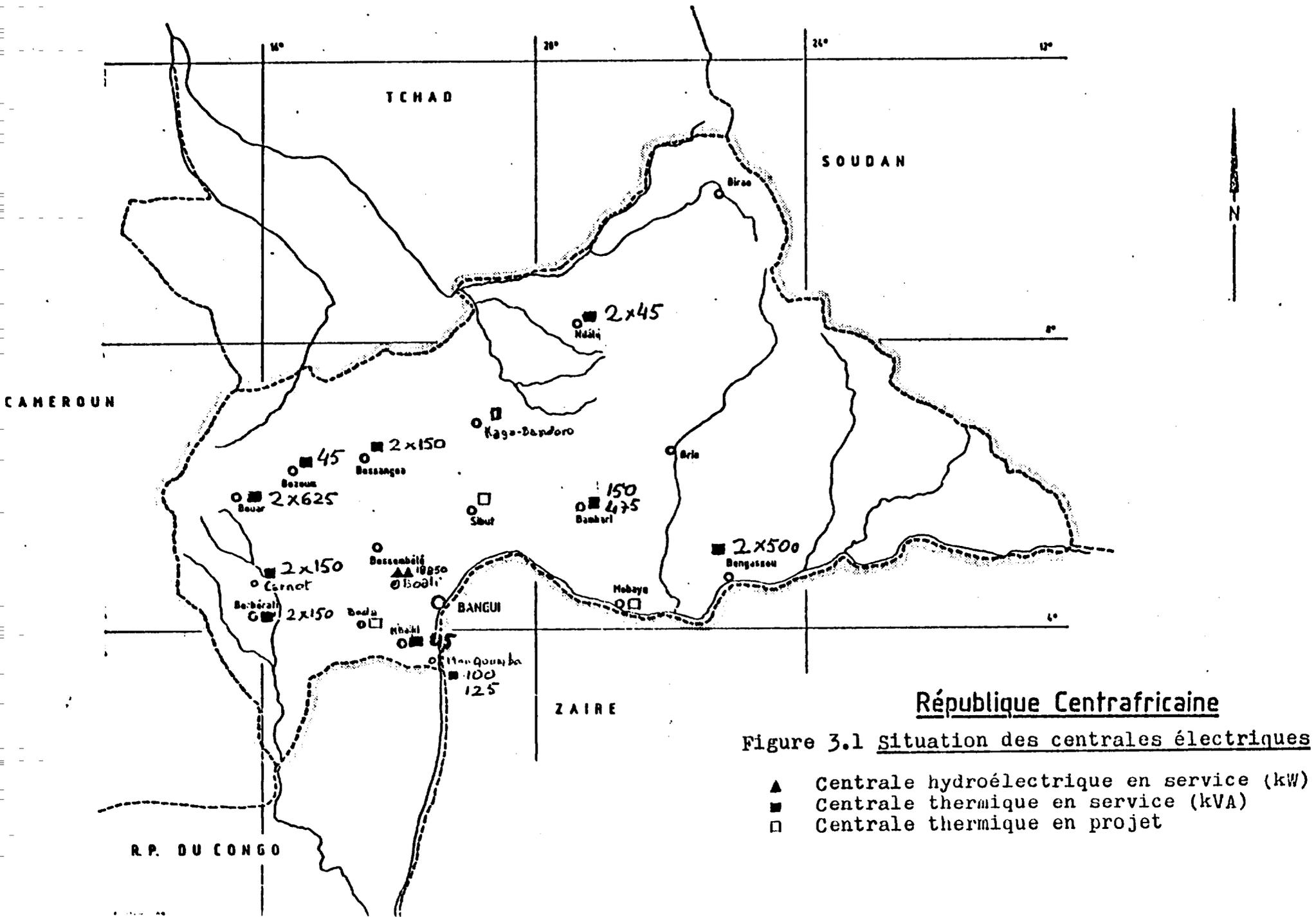


Tableau 3.2 Centrales thermiques des Centres secondaires

Centres second.	Mise en service	Puissance installée (kVA)	Nombre d'abonnés (1980)		
			n.	Privés	Total
<u>En service</u>					
Bouar	1980	2 x 625	54	173	227
M'Baïki	1981	45	26	37	63
Berbérati	1971	2 x 150	18	61	79
Bambari	1970/75	150/475	26	69	95
Bassangoa	1970	2 x 150	15	30	45
Carnot	1971	2 x 150	6	50	56
Bozoum	1975	45	4	10	14
Mongoumba	1975	100/125	17	15	32
Ndélé.	1970	2 x 45	7	9	16
Bangassou	1982	2 x 500	-	-	-
Total		4 180	173	454	627
<u>En projet</u>					
Sibut	1982	2 x 110			
Kaga Bando					
Boda					
Mobaye					

On remarque d'emblée que la production des centres secondaires ne représente que 0,5 % du total de la production. La quasi totalité de cette dernière concerne donc la ville de Bangui et ses environs immédiats. Le village de Boali est également approvisionné à partir des centrales par une ligne à 5 kV.

A Bangui, le taux de pénétration de l'électricité se situe aux environs de 10 % (environ 7000 abonnés pour une population proche de 400 000 habitants).

Dans les centres secondaires, le nombre total des abonnés (privés et administration) est inférieur à 700, ce qui conduit à un taux de pénétration de l'ordre de 1 %.

Le degré d'utilisation des centrales électriques varie considérablement selon leur genre et leur destination.

Les deux centrales hydroélectriques de Boali fournissent environ 3540 kWh/kW, ce qui constitue une valeur satisfaisante si on tient compte du fait que la réduction du débit à l'étiage (saison sèche) entraîne une diminution sensible de la puissance disponible qui se répercute sur la productivité annuelle. On est alors amené à produire le complément au moyen de la centrale thermique de Bangui pour répondre à l'appel de puissance de la capitale. La production spécifique de cette centrale est par conséquent très faible, soit environ 50 kWh/kW.

Dans les centres urbains secondaires, la situation se présente de façon très défavorable. Ainsi, pour l'année 1981, la production totale des neuf centrales en service à cette époque a été de 328 946 kWh pour une puissance totale disponible de 2600 kW. La production spécifique de l'ensemble de ce parc de centrales est ainsi de 126 kWh/kW, soit en moyenne sur l'année, 20 minutes de marche à pleine puissance par jour (au lieu de deux à quatre heures par jour selon le facteur de charge). Ces centrales utilisées uniquement pour les besoins publics et domestiques sont en principe mises en marche à 18h00 et arrêtées à 22h00, soit 4 heures de fonctionnement par jour.

par ailleurs, la consommation spécifique de gasoil de ces groupes est excessivement élevée, soit 420 g/kWh, c'est-à-dire 50 % de plus que la valeur normale.

Les mauvaises performances d'exploitation de ces centrales prises dans leur ensemble, sont imputables à plusieurs causes dont notamment :

- défaut d'approvisionnement en carburant
- manque de personnel qualifié et de pièces de rechange pour assurer la maintenance
- vétusté et usure de certaines installations
- fonctionnement à puissance partielle
- démarrage et arrêts fréquents

Dans ces conditions, l'exploitation de ces centrales est fortement déficitaire. Elle est néanmoins poursuivie étant donné le caractère social des prestations qu'elles assurent, à savoir l'alimentation en énergie électrique des services publics (éclairage public, pompage de l'eau, hôpitaux, dispensaires et centres de santé) ainsi qu'un nombre limité d'abonnés privés (environ 700 au total pour l'ensemble des centrales en service).

Les gros consommateurs publics ou privés, notamment les entreprises agricoles ou industrielles, les artisans, les instituts de formation, les communautés religieuses, devant la précarité et l'insuffisance des fournitures d'électricité par les centrales publiques, se trouvent dans l'obligation de s'équiper de groupes électrogènes privés pour satisfaire leurs propres besoins.

### 3.3.2. Produits pétroliers

L'importation et la distribution des produits pétroliers en Centrafrique sont effectués par la Société d'économie mixte Total Centrafricaine de Gestion (TOCAGES). Les importations se font à partir des ports de Matadi (Zaïre) et de Pointe-Noire (Congo). Les grandes distances qui doivent être parcourues pour acheminer ces produits jusqu'en Centrafrique rendent l'approvisionnement du pays difficile et coûteux.

L'approvisionnement en produits pétroliers dans l'ensemble du pays est très difficile en raison du coût des transports, du mauvais état de matériel roulant et du réseau routier. Les ruptures de stock dans les dépôts sont fréquentes, entraînant comme conséquence des interruptions d'exploitation dans les centrales électriques et les industries ainsi que l'immobilisation des véhicules et engins de toutes catégories.

La consommation des différents agents énergétiques utilisés en Centrafrique se répartit comme suit pour l'année 1980 :

Produits pétroliers /7/

- essence (super et normale)	855 TJ	( 36 %)
- pétrole	170 TJ	( 7 %)
- gasoil	927 TJ	( 39 %)
- fuel oil	43 TJ	( 2 %)
- avgas	49 TJ	( 2 %)
- kérozène	<u>347 TJ</u>	<u>( 14 %)</u>
Total	2 391 TJ	(100 %)

Ces valeurs sont établies sur la base de la consommation correspondant aux ventes de TOCAGES de novembre 1980 à décembre 1981, établie en m<sup>3</sup> pour chaque produit, convertie compte tenu de la masse volumique et du pouvoir calorifique et ramenée à une période de douze au lieu de quatorze mois.

Compte tenu de ces différentes transpositions, l'ordre de grandeur calculé en énergie, soit 2,4 PJ correspond assez bien avec la valeur de 2,7 PJ indiquée dans les statistiques énergétiques des Nations Unies. Il n'est d'ailleurs pas exclu qu'une diminution de l'ordre de 10 % soit intervenue entre 1980 et 1981.

En volume, la consommation annuelle de produits pétroliers correspond environ à 70 000 m<sup>3</sup>.

L'essence est utilisée principalement pour les voitures et les camions et dans une faible mesure pour les groupes électrogènes de faible puissance. Le gasoil est utilisé également pour les voitures et les camions, les engins de chantier ainsi que pour les groupes électrogènes publics

ou privés. Le fuel oil est réservé à des applications de caractère industriel (groupes importants et chaudières).

Le pétrole sert essentiellement à l'éclairage. Les carburants utilisés dans l'aviation sont l'essence légère (avgas) et le kérozène.

Les statistiques à disposition ne permettent pas de procéder à une affectation précise des différents agents énergétiques aux divers types d'utilisation.

Cependant, certaines évaluations partielles peuvent être faites. Ainsi, sachant que la production d'électricité dans les centrales thermiques de Bangui et des centres urbains secondaires a été de 0,77 GWh en 1980 /6/ et que la consommation spécifique des groupes est de l'ordre de 0,4 kg/kWh (valeur anormalement élevée, valable pour 1981), la consommation totale de gasoil affectée à la production thermique d'électricité est de l'ordre de 310 tonnes par an, équivalant à 13,6 TJ, soit environ 1,5 % de la consommation annuelle de gasoil (927 TJ).

Le solde se répartit, d'une façon qui n'est pas connue entre les transports (voitures, camions, engins de chantier), les groupes électrogènes (privés, entreprises industrielles et agricoles) et les utilisations industrielles.

### 3.3.3. Bois

Le bois de feu, énergie traditionnelle par définition, est l'agent énergétique le plus utilisé en Centrafrique.

Il est employé soit directement, soit sous forme de charbon de bois pour les besoins domestiques.

Il n'existe pas de statistiques sur la part du bois qui est récolté pour être vendu dans les villes et agglomérations et celle concernant le bois ramassé par les utilisateurs eux-mêmes pour leur propre consommation.

De même, la quantité de bois transformée en charbon de bois n'est pas connue. On rappellera à cet égard que cette transformation présente un mauvais rendement. Pour le bois humide, le rendement massique de la transformation est de l'ordre de 10 %, soit une production de 100 kg de charbon par tonne de bois (avec fours traditionnels).

Le rendement énergétique de la transformation est un peu meilleur et atteint 15 %, ce qui signifie que l'énergie de combustion du bois (humide) n'est disponible qu'à raison de 15 % sous la forme de charbon de bois (30 MJ/kg).

L'utilisation du charbon de bois connaît une forte croissance dans les villes, ceci en raison de la commodité d'utilisation et de la propreté de ce combustible. Par ailleurs, à masse égale, sa valeur énergétique est plus du double de celle du bois. Le charbon de bois est donc avantageux lorsqu'il doit être transporté sur de grandes distances, en particulier pour l'approvisionnement de grandes villes comme Bangui (prix du charbon de bois 500 à 600 fr CFA, le sac de 50 kg environ).

En l'absence de statistiques précises à cet égard, on peut admettre que le bois et le charbon de bois sont utilisés, comme dans d'autres pays d'Afrique, à raison de 70 à 80 % pour les seuls besoins de la cuisine <sup>8</sup>/.

Il faut toutefois admettre que le bois est généralement mal utilisé. En effet, le rendement énergétique des foyers traditionnels se situe entre 5 et 7 %. Cela signifie que l'énergie de combustion du bois n'est utilisée qu'à raison de 5 à 7 % pour la cuisson des aliments proprement dite et que le solde, soit 93 à 95 % constitue des pertes qui sont dissipées dans l'environnement.

Un remède à cette situation serait de diffuser les foyers améliorés (en tôle, argile ou poterie) qui permettent d'atteindre des rendements de 40 % soit 7 fois plus élevés. L'enjeu est important car il permettrait d'utiliser pendant une semaine entière le bois brûlé actuellement en un seul jour. La généralisation des foyers améliorés constituerait un allègement considérable des tâches des femmes qui vont souvent chercher du bois à plusieurs kilomètres de leur domicile. Par ailleurs, une telle amélioration dans le mode d'utilisation du bois aurait pour conséquence de valoriser sensiblement le potentiel du bois de feu, déjà très important en Centrafrique, par la meilleure utilisation qui peut en être faite.

#### 4. RESSOURCES EN ENERGIES NON RENOUVELABLES

##### 4.1. Généralités

Aucune source d'énergie non renouvelable n'est actuellement exploitée en Centrafrique. Différents gisements (lignite, uranium) ont été reconnus et des travaux de prospection de pétrole ont été entrepris.

La mise en valeur des gisements connus et de ceux qui pourront être découverts mettrait à la disposition du pays des agents énergétiques non renouvelables qui pourraient être utilisés soit pour l'approvisionnement du pays, soit être exportés, procurant un appoint de devises précieuses pour l'économie du pays.

##### 4.2. Uranium

L'uranium est la seule ressource en énergie non renouvelable qui soit mentionnée dans les statistiques des Nations Unies /3/.

Le gisement sédimentaire de phosphates de Bakouma ( Préfecture de la Mbcumou) comporte des réserves connues d'uranium (métal) s'élevant à 20 000 tonnes /8/ ( 18 000 tonnes selon /3/). Les procédés d'élaboration du concentré d'uranium commercialisable à partir du minerai de ce gisement ont été définis et les coûts de traitement établis. Ces derniers sont très élevés et compte tenu du fait que le marché international de l'uranium est actuellement fortement déprimé, la mise en valeur de ce gisement ne peut être envisagée pour le moment.

##### 4.3. Lignite

L'existence d'un gisement de lignite a été reconnue dans la région de Bakouma. L'importance de ce gisement est estimée à 2,9 millions de m<sup>3</sup>, correspondant à une énergie totale de 35 PJ (24,7 GJ/t). L'exploitation de ce gisement ne peut être envisagée pour le moment. En effet, il n'y a pas de consommateurs d'énergie importants dans les environs immédiat

L'exploitation du gisement en vue du transport du combustible vers les centres de consommation n'est guère envisageable en raison des difficultés et des coûts élevés des transports.

Ce gisement pourrait toutefois devenir intéressant pour fournir l'énergie qui sera nécessaire lorsque l'exploitation des gisements d'uranium, situés dans la même région, sera entreprise.

La production d'électricité à partir du lignite peut être effectuée au moyen de groupes électrogènes à gazogène pour les petites puissances ou de centrales thermiques à vapeur pour les puissances plus élevées.

#### 4.4. pétrole

L'existence de gisements pétrolifères dans le nord du pays est supposée depuis longtemps. De tels gisements constitueraient vraisemblablement le prolongement des gisements existant au Tchad.

La République Centrafricaine a accordé à la société américaine CONOCO (Continental Oil Company), depuis 1974, un permis de recherche localisé dans la région de Birao (Préfecture de la Vakaga).

C'est cette même société pétrolière qui effectue des travaux de prospection au Tchad et au Niger.

Les travaux entrepris en Centrafrique sont limités à la prospection géophysique. Celle-ci a permis de préciser les limites et l'ampleur du bassin sédimentaire Centrafricain. Aucun forage n'a été effectué jusqu'à présent /9/,/10/.

En cas d'aboutissement favorable de ces travaux de prospection la mise en exploitation du gisement pourrait être entreprise. Il semble qu'il soit actuellement possible de réaliser des raffineries de faible capacité dans des conditions économiques acceptables. Une telle miniraffinerie pourrait être dimensionnée pour répondre à la demande du marché national.

## 5. INVENTAIRE DES RESSOURCES EN ENERGIES RENOUVELABLES

### 5.1. Généralités

Dans ce qui suit, on établit un inventaire des sources d'énergie renouvelable disponibles en Centrafrique. On indique en outre les différentes méthodes qui peuvent être envisagées pour les utiliser judicieusement dans les conditions du pays. Le souci d'être complet conduit à examiner toutes les énergies primaires, c'est-à-dire celles qui sont prélevées dans l'environnement avant toute transformation et qui sont renouvelables en ce sens qu'il s'agit d'énergies faisant l'objet d'apports naturels continus ou dont les prélèvements sont reconstitués à l'échelle de quelques années.

La Conférence des Nations Unies sur les sources d'énergies nouvelles et renouvelables, tenue à Nairobi en 1981, a considéré à ce titre les technologies non classiques de production d'énergie. Il s'agit des énergies solaire et éolienne, de la biomasse, de l'hydraulique, de l'énergie des océans et de la géothermie ainsi que des combustibles fossiles inutilisés jusqu'à présent (schistes bitumineux, sables asphaltiques, pétrole brut lourd et tourbe).

Seules les quatre premières de ces énergies doivent être examinées dans le contexte du Centrafrique. La répartition de ces énergies sur le territoire national est étroitement liée aux conditions climatiques. Aussi un résumé de ces conditions est-il présenté ci-après avant d'examiner successivement les différentes formes d'énergies renouvelables susceptibles de trouver des applications en Centrafrique.

### 5.2. Conditions climatiques

Le climat centrafricain est déterminé fondamentalement par deux zones de hautes pressions localisées sur le nord-est de l'Afrique (anticyclone de Libye) et sur l'Atlantique (anticyclone de Sainte-Hélène).

Ces deux anticyclones subissent des migrations saisonnières :

- l'anticyclone de Sainte-Hélène se déplace vers le nord en été et entraîne un flux d'air humidifié lors de son passage sur l'Océan Atlantique;
- l'anticyclone de Libye, pendant l'hiver, soumet le pays à un flux d'air très sec.

Entre ces deux anticyclones, il existe une zone de basses pressions, appelée dépression intertropicale et qui oscille entre les latitudes de 5° nord, latitude de Bangui, et 25° nord, latitude du sud de la Libye, selon la saison.

Les vents associés à ces mouvements de masses d'air sont les suivants :

- l'harmattan, vent d'est, engendré par l'anticyclone de Libye qui souffle pendant la saison sèche
- la mousson, engendrée par l'anticyclone de Sainte-Hélène qui est un vent humide qui souffle du sud-ouest.

La limite entre l'air de mousson et l'air d'harmattan constitue le front intertropical (F.I.T.). Elle se déplace au cours de l'année et détermine l'alternance des saisons.

Les régions situées au sud du F.I.T. sont sous l'influence de la mousson, donc en saison des pluies et celles qui sont au nord de cette limite sont sous l'influence de l'harmattan, et par conséquent en saison sèche. La figure 5.1 donne une représentation schématique de ces phénomènes climatiques fondamentaux.

On distingue ainsi quatre zones climatiques principales :

- climat équatorial au sud du parallèle 4° nord (région de Nola), précipitations voisines de 1600 mm réparties sur la quasi totalité de l'année, petite saison sèche en décembre et janvier. L'humidité est élevée toute l'année et la température varie faiblement;
- climat intertropical entre 4 et 9° de latitude nord (Dor-rati, Ndélé) avec une saison des pluies et une saison sèche bien marquées. La moyenne annuelle des précipitations est de 1400 mm. Les variations de température et d'humidité atmosphérique sont fortes en saison sèche et faibles en saison des pluies;

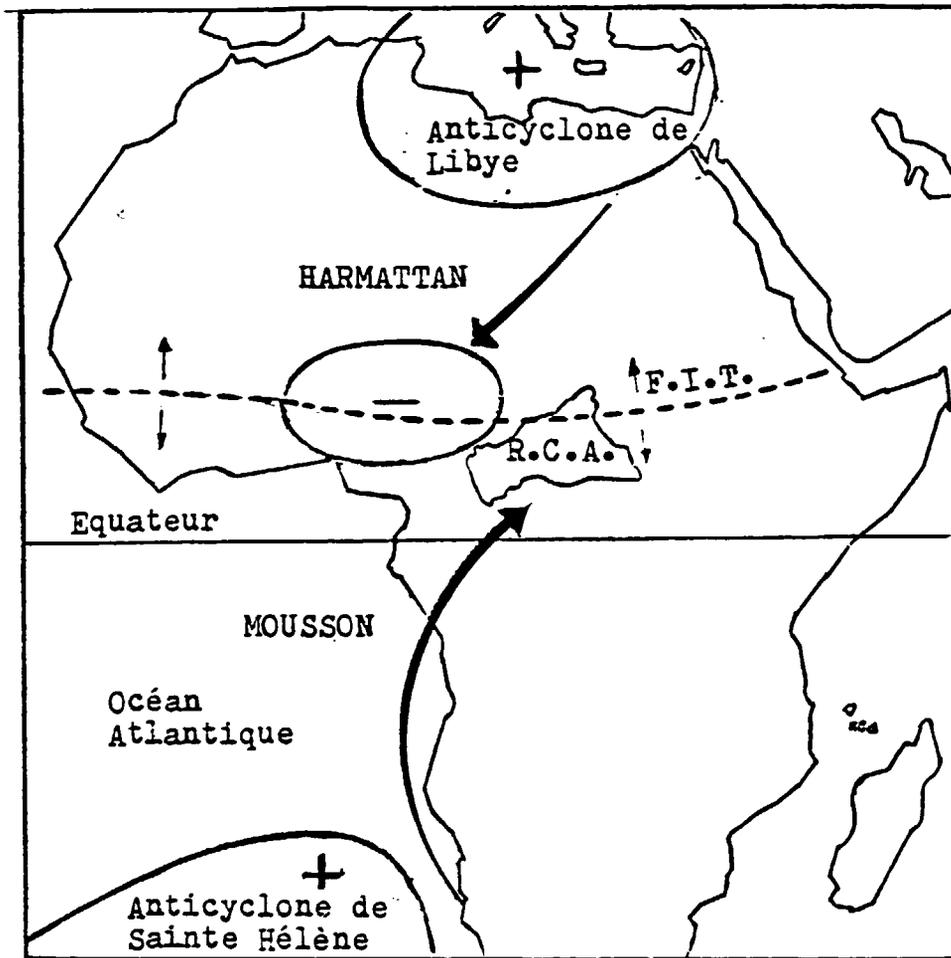


Figure 5.1. Phénomènes climatiques fondamentaux

- climat subsahélien, au nord de 9° de latitude nord, la saison sèche est aussi longue que la saison des pluies, les précipitations annuelles sont inférieures à 1200 mm. Les variations de température et d'humidité sont très fortes en saison sèche;
- climat montagneux, dans la région de Bouar notamment, présentant toutes les caractéristiques du climat inter-tropical mais plus frais et plus orageux.

### 5.3. Energie solaire

Le rayonnement solaire global annuel en Centrafrique se situe aux environs de 6,6 GJ/m<sup>2</sup>an (5 kWh/m<sup>2</sup>jour), correspondant approximativement à une durée d'ensoleillement moyenne de 2600 heures par an, soit 7,1 heures par jour.

Les valeurs moyennes mensuelles de la durée d'ensoleillement, mesurées par l'Agence Centrafricaine pour la Sécurité de la Navigation Aérienne (A.S.E.C.N.A.), sont données dans le tableau 5.2 pour quelques localités importantes du pays. Les moyennes annuelles de ces mêmes valeurs sont reportées sur la figure 5.3.

Ces valeurs montrent que l'insolation moyenne est plus faible dans le sud du pays (Bangassou, Bangui et Berbérati), moyenne dans le centre (Bambari, Bossangoa) et élevée au nord (Ndélé et Birao).

On remarque en outre que les moyennes mensuelles de l'ensoleillement journalier marquent une baisse sensible pendant la saison des pluies, principalement pendant les mois de juillet et août. A cet égard, on notera que la saison des pluies est caractérisée par des alternances de périodes pluvieuses ou nuageuses et de périodes fortement ensoleillées.

La figure 5.4 donne les valeurs des rayonnements global et diffus, établies sur la base de moyennes décadaires, mesurées à l'Université de Bangui pendant l'année 1981 (Professeur J.-M. Bassia, Doyen de la Faculté des Sciences). Ces mesures montrent un minimum du rayonnement global et un maximum du diffus pendant la saison des pluies (environ 200 mm/mois) et un minimum semblable en saison sèche (environ 25 mm/mois).

Tableau 5.2 Insolation moyenne  
période 1968/1977  
en heures

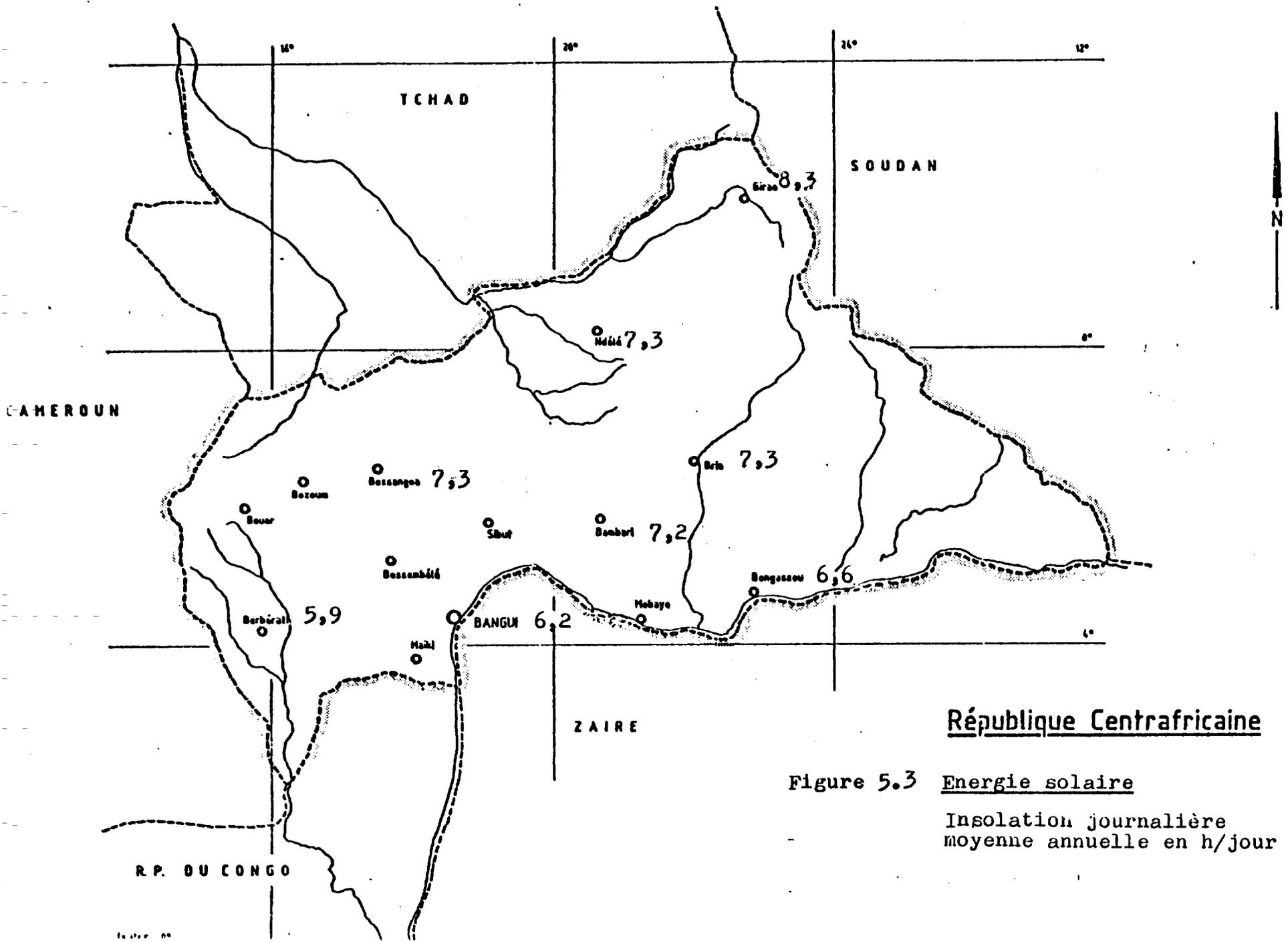
Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Bambari	<u>8,7</u>	<u>8,7</u>	7,7	7,4	7,5	6,4	5,8	<u>5,7</u>	6,2	6,3	7,9	8,4
Bangassou	7,6	<u>7,9</u>	7,1	6,9	6,8	6,2	5,3	<u>5,2</u>	5,9	6,4	6,9	7,5
Bangui	<u>7,5</u>	7,2	6,6	6,3	6,6	5,8	4,9	<u>4,6</u>	5,0	5,4	6,5	7,3
Berbérati	6,5	6,7	6,2	<u>6,6</u>	6,6	6,1	5,0	<u>4,3</u>	4,7	5,4	6,4	6,6
Birao	9,4	9,5	9,0	8,7	8,2	7,6	6,2	<u>6,0</u>	7,0	8,5	<u>9,7</u>	<u>9,7</u>
Bossangoa	8,4	8,5	7,7	7,8	7,7	6,8	6,0	<u>5,2</u>	5,8	6,7	8,7	<u>8,8</u>
Bria	<u>8,8</u>	8,4	8,0	6,9	7,5	7,6	<u>5,0</u>	5,7	6,6	7,2	8,2	8,4
Ndélé	9,0	<u>9,2</u>	8,2	7,6	7,2	6,3	5,3	<u>5,2</u>	5,5	6,8	9,3	8,1

.,. moyenne mensuelle maximale

.,. moyenne mensuelle minimale

N.B. pour Bria : période 1974 / 1977

Mesures ASECMA, Direction de l'Exploitation Météorologique



République Centrafricaine

Figure 5.3 Energie solaire

Insolation journalière  
moyenne annuelle en h/jour

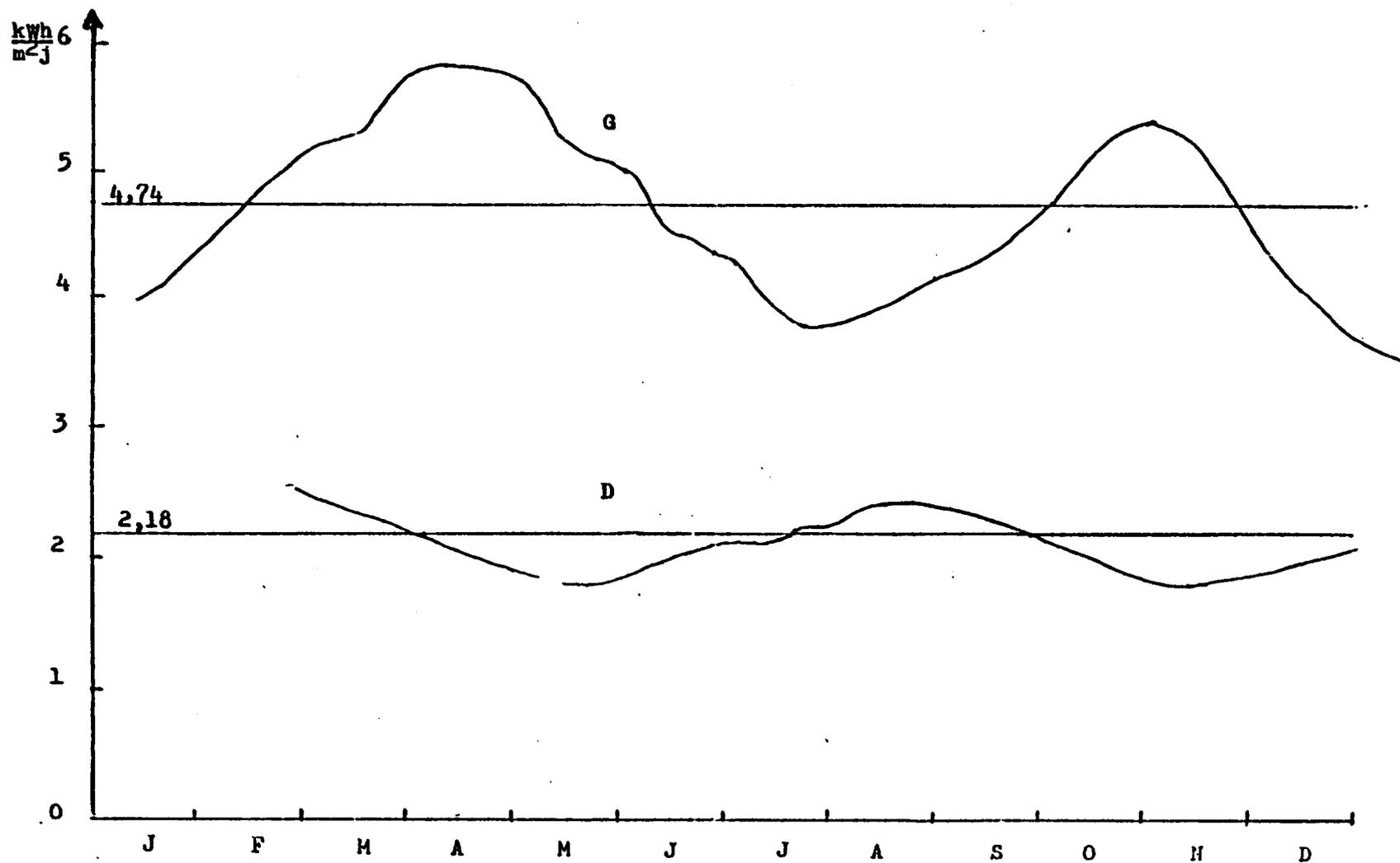


Figure 5.4. Rayonnement solaire à Bangui  
 G : rayonnement global  
 D : rayonnement diffus

(d'après des mesures effectuées à  
 l'Université de Bangui en 1981)

Dans cette région et à cette époque, ces conditions sont peu favorables à une production régulière à partir de l'énergie solaire.

Les modes principaux d'utilisation de l'énergie solaire sont les suivants :

- cellules photovoltaïques pour la production directe d'électricité en vue d'applications diverses, généralement de faible puissance (quelques kW), en raison du coût élevé des installations de ce type. Parmi les applications les plus courantes, on mentionnera :
  - pompage en milieu rural
  - hôpitaux, centres de santé, maternités, dispensaires
  - réfrigérateurs (médicaments, vaccins)
  - écoles (éclairage, radio et télévision scolaire)
  - télécommunications (relais, faisceaux hertziens, émetteurs de données météorologiques, balises de navigation aérienne etc.)

Ces techniques sont bien éprouvées et les installations correspondantes sont très fiables à condition qu'un minimum de maintenance puisse être assuré. Leur prix relativement élevé les réserve cependant pour des installations pilotes, des applications spéciales ou dans des sites isolés, dépourvus d'autres ressources énergétiques.

- cellules photovoltaïques à rayonnement solaire concentré, au moyen de lentilles de Fresnel, pour la production d'électricité en milieu rural (quelques kW) pour lesquelles les mêmes restrictions quant à l'utilisation sont valables. L'intérêt de ce type d'installation diminuera certainement si, comme on le prévoit, le prix des cellules photovoltaïques diminue sensiblement
- concentration du rayonnement solaire au moyen de miroirs plans mobiles (héliostats), sur une chaudière pour la production de vapeur et l'entraînement d'un turbo-alternateur. Ces installations sont simples quant au principe mais comportent de nombreux organes mécaniques et électriques délicats dont la maintenance dans les pays en développement peut poser de graves problèmes
- concentration du rayonnement solaire par des miroirs cylindro-paraboliques sur des tubes décentralisés produisant de la vapeur destinée à l'entraînement d'un groupe turbo-alternateur. La complexité mécanique de ces installations est une contraindre certaine à leur utilisation en Centrafrique
- capteurs plans fournissant de l'eau chaude à basse température (80 à 95°C) permettant le fonctionnement d'une machine thermique à fluide organique (fréon, butane) pour l'entraînement de machines (énergie mécanique) ou d'un alternateur (énergie électrique). Ces installations sont délicates et complexes et leur coût est excessivement élevé par rapport à la puissance fournie.

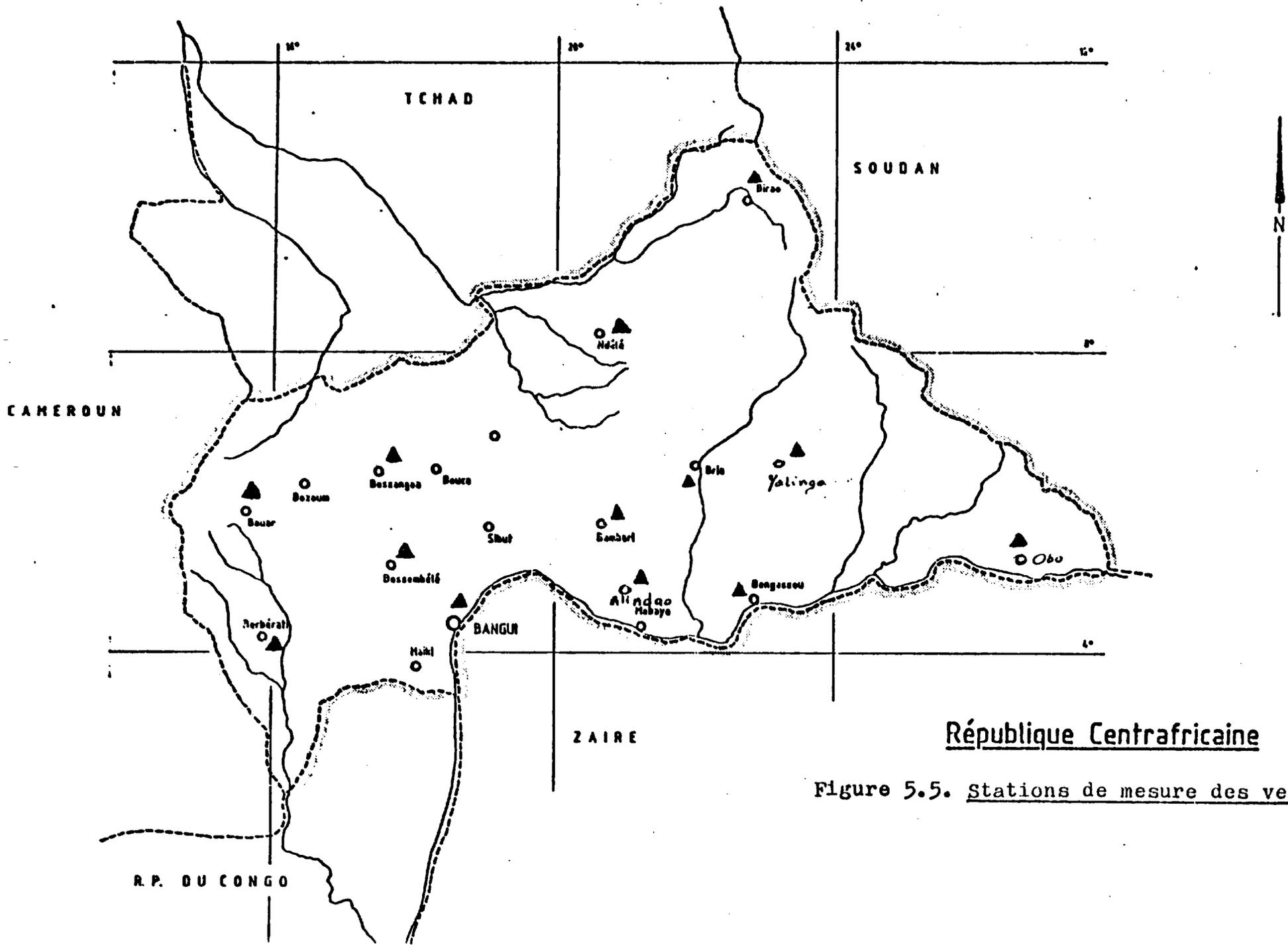
- capteurs plans fournissant de l'eau chaude (45 à 90 °C) à usage domestique. Les conditions climatiques en Centrafrique permettent d'utiliser dans ce but des capteurs de conception simple et dont le prix de revient pourrait être très bas (fabrication possible en Centrafrique)
- capteurs à fluides spéciaux permettant le fonctionnement de réfrigérateurs à absorption. Cette technique est vraisemblablement appelée à céder le pas devant les réfrigérateurs à compression alimentés par cellules photovoltaïques.
- capteurs à air chaud et séchoirs divers pour le séchage des fruits, légumes, viandes et poissons.

#### 5.4. Energie éolienne

Les caractéristiques du vent en Centrafrique sont observées dans treize stations réparties sur l'ensemble du pays et exploitées par le service de la Météorologie Nationale, fig 5.5. Le tableau 5.6 donne, pour ces treize stations, des valeurs indicatives de la vitesse du vent, la direction et la fréquence des vents dominants ainsi que la fréquence des vents calmes (définis comme ayant une vitesse inférieure à 1 noeud ou 0,5 m/s).

On constate d'emblée que, quelque soit la saison, la vitesse du vent ne dépasse pas, de façon suivie, 7 à 8 noeuds, exceptionnellement 10 noeuds (Bouar, Bossembélé). Par ailleurs, les fréquences des vents calmes, entre 30 et 75 %, sont élevées.

La carte qui fait l'objet de la figure 5.7 comporte les courbes d'égales fréquences des vents calmes. Elle met clairement en évidence une ligne allant de Bouar à Ouadda en passant par Bossembélé, Sibut, M'Brès et Bamingui et suivant laquelle les pourcentages de vents calmes sont les plus faibles. Cette ligne suit l'axe du Yadé, la dorsale Oubanguienne et le Massif de Bongo. De part et d'autre de cette ligne (bande), le vent devient plus calme, en particulier dans la plaine du Chari, le long de l'Oubangui et sur la cuvette Congolaise.

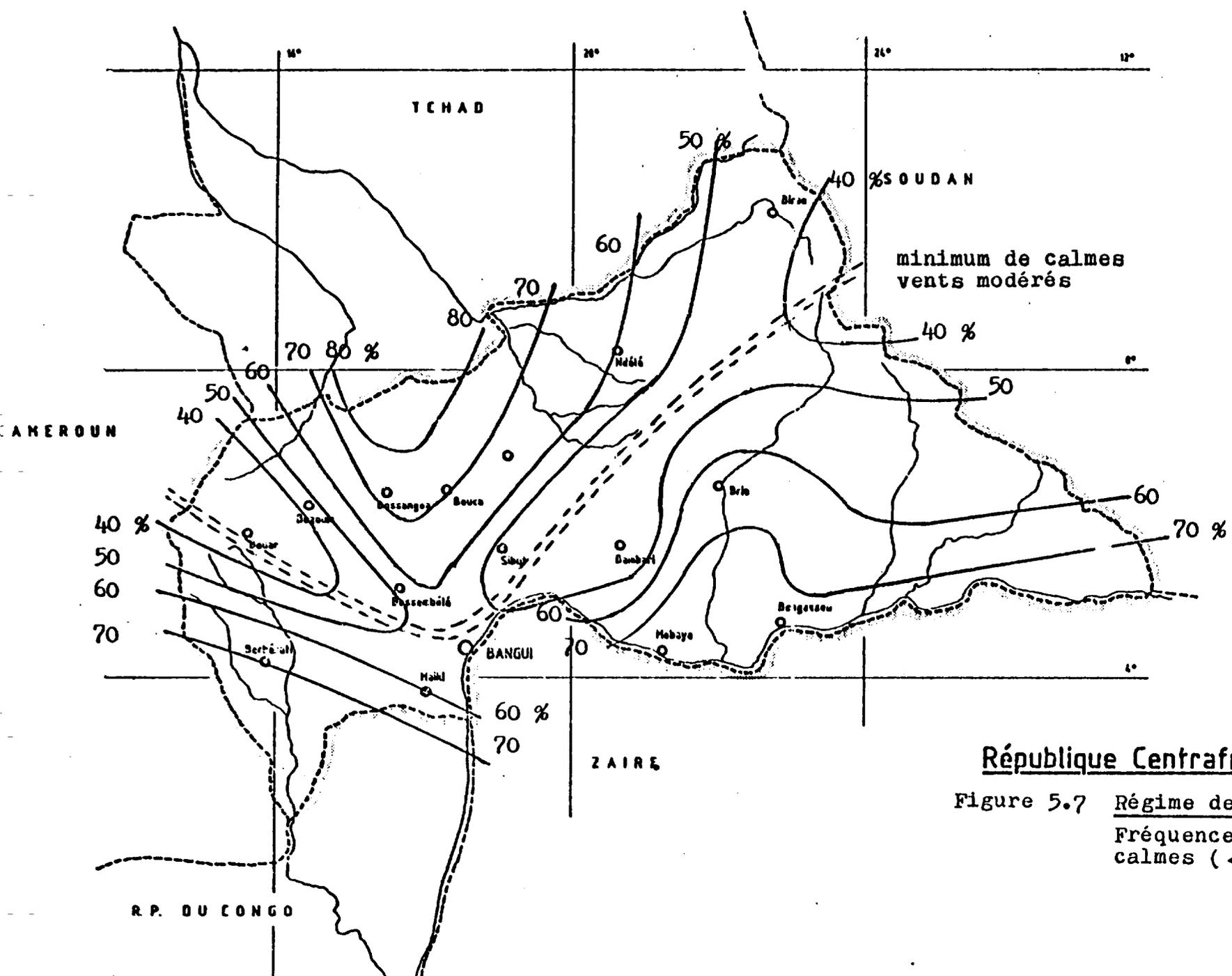


République Centrafricaine

Figure 5.5. stations de mesure des vents

Localités	Vitesse du vent (noeuds)				vent domin. direc fréq. %		calmes fréquence
	saison sèche	intersaison pluvieuse	saison des pluies	intersaison sèche			
Alindao	2-	2-8	4	5	S-W	6,5	59,2
Bambari	3-7	5	2-6		S	9,5	39,1
Bangassou	1-5	2-8	2-8	2-5	S-W	8,5	63,6
Bangui	3-7	6	4-6	4	S	8,5	64,8
berbérati	4-7	3-5	3-7	5	W	8,3	68,9
Birao	4-8	3-7	2-7	5	E	21,2	46,0
Bossangoa	7	2-7	1-4		W	9,7	58,2
Bossembélé	3-7	2-6	4-6	5-10	S-W	4,4	65,5
Bouar	6-10	4-7	4-7		S-W	16,3	31,5
Bria	3-5	4-9	5		SSW	5,1	68,0
Ndélé	4-7	6	5-8	5	N-E	11,8	38,3
Obo	2-4	2-6	2-6	2-4	S	5,2	66,1
Yalinga	5	2-6	5		N	5,3	74,6

Tableau 5.6. Caractéristiques des vents



République Centrafricaine

Figure 5.7 Régime des vents

Fréquences des vents  
calmes (< 1 noeud ou 0,5 m/s)

En général, les moments de la journée où le vent est perceptible correspondent aux lignes d'égal pourcentage de vents calmes, selon les règles indicatives suivantes :

- à 30 % correspond du vent soufflant toute la journée et une partie de la nuit
- à 50 %, du vent soufflant uniquement dans la journée et calme la nuit
- à 70 %, du vent perceptible uniquement dans la matinée.

Les pointes de vents forts ou rafales se manifestent sporadiquement en tout lieu et en toute saison. Les plus forts (55 à 65 noeuds ou 100 à 120 km/h), bien que rares, se manifestent en intersaison et parfois en saison sèche, lorsqu'un noyau orageux se forme.

En conclusion, les vents réguliers ont de faibles vitesses dans l'ensemble du pays. Un bande de vents modérés traverse le pays d'ouest en est. Ces conditions se prêtent mal à une exploitation systématique de l'énergie éolienne. Tout au plus, des applications isolées pourront-elles être envisagées dans la bande de vents modérés et lorsque les conditions d'un site particulier seront spécialement favorables.

L'énergie du vent peut être utilisée au moyen de moulins à vent ou éoliennes de construction rustique ou industrielle.

L'énergie mécanique produite par de telles installations peut être utilisée directement pour actionner des pompes à eau ou d'autres machines. Elle peut être transformée en électricité pour des utilisations diverses. En raison du caractère intermittent de l'énergie éolienne, il est nécessaire de pouvoir stocker l'énergie produite si on veut disposer de fournitures constantes. Ainsi l'eau pompée peut être stockée dans un château d'eau ou dans un réservoir et l'électricité peut être utilisée pour charger des batteries d'accumulateurs.

Les éoliennes sont des machines bien développées dans leurs versions les plus simples, notamment les éoliennes multi-pales, à grande diffusion, qui sont utilisées depuis plusieurs décennies, et actuellement encore, dans les pays industrialisés (Etats-unis, Europe) ainsi que dans divers pays africains

(surtout avant l'indépendance en Afrique du Nord et en Afrique Occidentale).

## 5.5. Biomasse

### 5.5.1. Généralités

La biomasse est constituée de l'ensemble des matières végétales et animales. Une partie de ces matières peut être utilisée pour la production de combustible ou de carburant à des fins énergétiques. Il s'agit principalement du bois, des résidus des exploitations agricoles familiales ou industrielles ainsi que des déchets d'élevage.

L'agriculture constitue l'activité principale en Centrafrique et occupe la grande majorité de la population. On distingue l'agriculture traditionnelle qui sert principalement à l'alimentation de la population et est pratiquée surtout en zone de savane et en forêt et l'agriculture de plantations dont les produits sont destinés en majeure partie à l'exportation.

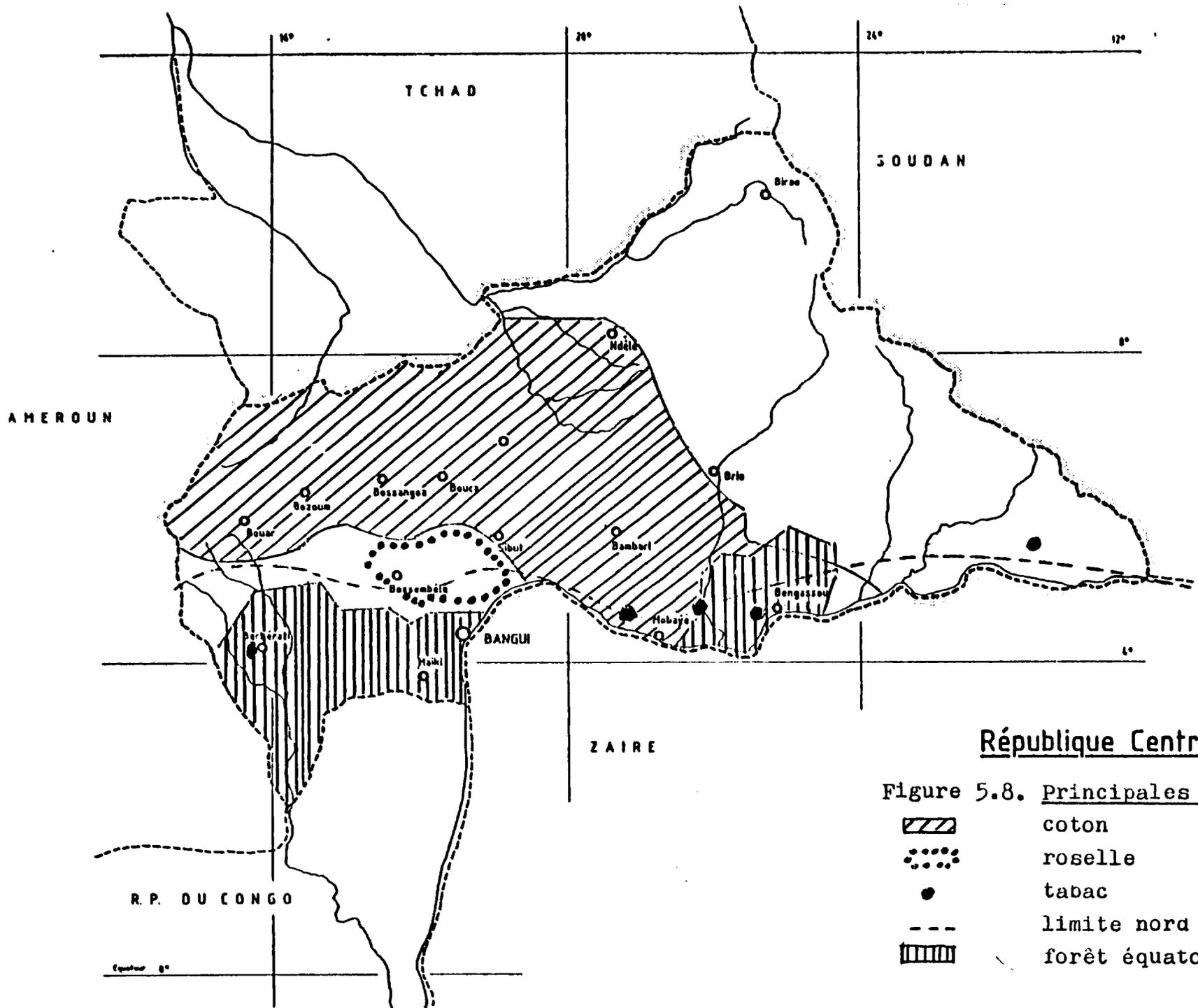
L'utilisation de la biomasse végétale ne peut guère être envisagée que dans le cadre des cultures ou des exploitations agricoles commerciales dont la régionalisation fait l'objet de la figure 5.8.

Les principales ressources végétales dont la valorisation énergétique peut être réalisée dès à présent sont les résidus de la culture du coton, du café, du tabac, de la roselle ainsi que les déchets de l'exploitation forestière.

Il est prévu de développer de nouvelles cultures en Centrafrique et les résidus de certaines d'entre elles pourraient être utilisés pour la production d'énergie. Il s'agit surtout des palmiers à huile et de la canne à sucre.

On mentionnera également, au niveau de l'évaluation du potentiel énergétique de la biomasse, les résidus des cultures vivrières ainsi que certains produits de la cueillette.

L'élevage était traditionnellement inconnu en Centrafrique. La raison doit en être trouvée dans les conditions naturelles existant en zone tropicale humide. Il s'agit principalement



République Centrafricaine

Figure 5.8. Principales cultures industrielles

-  coton
-  roselle
-  tabac
-  limite nord de la culture du café
-  forêt équatoriale

de diverses maladies dont la trypanosomiase (maladie du sommeil) apportée par les glossines (mouches tsé-tsé). Par ailleurs, les conditions sont assez favorables à l'élevage, l'eau existant en suffisance dans l'ensemble du pays et les pâturages étant de bonne qualité et utilisables toute l'année.

Pour implanter l'élevage de façon systématique dans le pays, il est donc nécessaire de surmonter ces maladies.

Deux voies sont possibles dans ce but, soit de lutter contre ces maladies, soit d'introduire des races de bétail capables d'y résister (races trypanorésistantes).

L'élevage a été introduit récemment en Centrafrique par les M'Bororo, éleveurs spécialisés venant du Caméroun et s'est établi dans l'ensemble du massif du Yadé il y a près de soixante ans puis, il y a une quarantaine d'années, à l'est de Bambari sur les savanes herbeuses de la région d'Alindao.

Les éleveurs M'Bororo pratiquent largement la transhumance et laissent même divaguer le bétail pendant certaines saisons de l'année. Ces éleveurs vivent pratiquement en marge des structures sociales du pays et répugnent traditionnellement à considérer leurs animaux comme une ressource commercialement exploitable.

Le restant du cheptel est aux mains des agriculteurs centrafricains. Il s'agit surtout de petit bétail : ovins, caprins, porcins et volailles. Il y a également quelques milliers de bovins de race baoulé et N'Dama, importés de Côte d'Ivoire et qui constituent les restes d'un programme spécial exécuté entre les années 1955 et 1965, afin d'introduire dans le pays des animaux trypanorésistants. On mentionnera enfin quelques boeufs de trait (zébus ou croisés N'Dama) destinés au développement de la traction attelée.

Traditionnellement, l'approvisionnement en viande du pays et surtout de Bangui, se fait par importation de bétail sur pied à partir du Tchad et du Soudan.

### 5.5.2. Utilisation du bois

La forêt qui fournit pratiquement la totalité du bois de feu utilisé dans le pays est certainement la source de biomasse la plus exploitée et celle qui représente le potentiel énergétique le plus important. Le bois ne peut toutefois être considéré comme une énergie renouvelable qu'à la condition que la quantité de bois récoltée reste inférieure à l'accroissement annuel de la forêt ou bien si des mesures de reboisement sont prises pour compenser les prélèvements dépassent la productibilité annuelle.

Selon les indications fournies par l'Office National des Forêts, la productivité des forêts naturelles serait de l'ordre de 5 m<sup>3</sup> par hectare alors que des valeurs dépassant 200 m<sup>3</sup> par hectare pourraient être atteintes dans le cadre d'opérations de reboisement.

En s'en tenant aux seules forêts naturelles, dont la superficie totale est de l'ordre de 7 400 000 hectares /11/, et en admettant une productibilité moyenne de 5 m<sup>3</sup> par hectare, on voit que la productibilité totale de la forêt centrafricaine serait de l'ordre de 35 millions de m<sup>3</sup> par année, soit plus de dix fois la consommation actuelle de bois de feu.

Ce potentiel correspondrait à une énergie primaire de 250 PJ/an. Cette estimation du potentiel global est cependant trompeuse car elle suppose une exploitation uniforme de la totalité des surfaces boisées. On obtiendra une valeur plus utile du potentiel réellement utilisable en considérant la valeur de 5 m<sup>3</sup>/ha, soit 35 GJ/ha.an comme limite raisonnable d'exploitation des forêts naturelles et des valeurs près de cinquante fois plus élevées pour les forêts de reboisement.

La transformation du bois en charbon de bois n'intervient pas au niveau de l'estimation de l'énergie primaire que constitue le bois. En effet, la carbonisation du bois conduit à la production d'une énergie secondaire, opération qui se fait d'ailleurs avec des pertes importantes (voir paragraphe 3.3.3.).

### 5.5.3. Valorisation énergétique des déchets végétaux

La production de coton a été de 27 800 tonnes pour la campagne 1979/80, valeur faible par rapport aux possibilités. Les objectifs pour 1985 et 1990 sont respectivement de 70 000 tonnes et de 96 500 tonnes /4/.

Admettant que les résidus lignocellulosiques de cette production représentent 10 % de la production, on disposerait d'ici une dizaine d'années, de 10 000 tonnes de résidus, principalement des tiges, qui pourraient être utilisées pour la production d'électricité au moyen de groupes électrogènes à gaz pauvre produit par des générateurs gazogènes.

Cette ressource énergétique peut être estimée, en énergie primaire, à 200 TJ/an ( pouvoir calorifique estimé à 20 GJ/t) permettant de produire 30 à 40 TJ/an d'électricité, soit environ 10 GWh/an.

L'exploitation de cette ressource énergétique peut apporter une réduction sensible des coûts de production par l'économie qu'elle permet de réaliser en supprimant ou en réduisant très sensiblement les achats de carburant pour le fonctionnement des groupes électrogènes. Il est évident que certaines dépenses en carburant subsisteront, soit pour le fonctionnement des groupes électrogènes s'il s'agit de gazogènes utilisant la technique dite "dual fuel", soit pour l'alimentation en carburant des véhicules et engins. Pour ces derniers, l'utilisation de gazogènes n'est pas exclue mais semble apporter une complication qui serait rédhibitoire dans les conditions d'exploitation et de maintenance du pays.

Les résidus de la culture du coton constituent donc un potentiel énergétique intéressant, dont la valorisation est susceptible d'apporter une contribution appréciable au bilan énergétique national et permettant une substitution significative d'une énergie renouvelable aux produits pétroliers.

La production de café est légèrement supérieure à 10 000 tonnes par an et les objectifs de production pour les années 1985 et 1990 sont de 14 000 et 24 000 tonnes par an respectivement dans les exploitations familiales. A ces valeurs,

il convient d'ajouter la production des plantations industrielles qui est estimée entre 4000 et 5000 tonnes par an /4/.

Admettant que les coques ou parches de café représentent dans dix ans 2000 tonnes par année de produit sec, l'équivalent énergétique primaire de ces déchets, qui sont actuellement brûlés, serait de 40 TJ/an permettant la production d'électricité au moyen de groupes électrogènes à gazogène de 8 TJ/an (2 GWh/an) ainsi que la production (marginale) d'eau chaude domestique par fermentation des parches (voir paragraphe 6.3). Il s'agit donc là également d'un potentiel intéressant grâce auquel l'industrie caféière pourrait s'affranchir, en partie tout au moins, des coûts élevés des produits pétroliers qui grèvent lourdement ses frais de production.

La production de tabac, de l'ordre de 2000 tonnes par an actuellement, peut être développée jusqu'à la valeur de l'objectif 1990 de 4 à 5000 tonnes par an.

Admettant toujours 10 % de résidus valorisables à des fins énergétiques, soit par la filière gazogène, soit par fermentation (biogaz), l'énergie produite sous la forme de combustible ou de carburant serait de l'ordre de 10 TJ/an. Cette valeur, relativement faible à l'échelle du pays, peut néanmoins représenter un potentiel de valorisation intéressant pour les entreprises situées dans des régions particulièrement enclavées.

Un raisonnement similaire peut être appliqué aux résidus de la culture de la roselle dont le développement est lié à la reprise des activités du complexe filature-tissage UCATEX (protocole d'accord signé en septembre 1982 pour la reprise des installations et des activités de l'ICAT qui a été mise en liquidation le 31 mars 1981).

La forêt tropicale dans son ensemble, comporte 3,59 millions d'hectares (35 900 km<sup>2</sup>), situés dans le sud du pays.

L'exploitation de la forêt en bois d'oeuvre est réglementée par un système de conventions et de cahiers des charges qui sont imposés aux exploitants.

Dans ce cadre, en 1980, 1 274 750 hectares de forêt tropicale (47 % de la forêt économiquement exploitable), font l'objet de concessions accordées à l'industrie depuis 1966 (pour une durée de 15 ans, renouvelable) à des sociétés industrielles d'exploitation.

L'exploitation de la forêt centrafricaine est très sélective et limitée à quelques espèces dont les principales sont l'ayous, le sapelli et le sipo. L'abattage se fait à raison de 24 m<sup>3</sup>/ha environ, dont 15 m<sup>3</sup>/ha sont débités sous forme de grumes, sciages, déroulage et tranchage /12/.

Les grosses branches, les extrémités et les chutes des grumes ainsi que les résidus des opérations de sciage, déroulage et tranchage constituent des déchets qui ne sont actuellement utilisés que dans une très faible mesure et représentent, par ailleurs un potentiel énergétique important

Pour 1980, le bois abattu (fûts seulement) a été de 479 634 m<sup>3</sup>, permettant une production de grumes de 325 000 m<sup>3</sup> et de produits sciés ou débités de 66 853 m<sup>3</sup>, laissant donc environ 88 000 m<sup>3</sup> de déchets ligneux inutilisés /13/.

Compte tenu des conditions d'humidité et de densité du bois dans les exploitations forestières en région tropicale, le pouvoir calorifique du bois peut être estimé entre 12 à 15 GJ/t, soit 10 à 12 GJ/m<sup>3</sup>. En ne considérant que les déchets d'exploitation en usine, le potentiel énergétique primaire correspondant peut être estimé à environ 1000 TJ/an.

Admettant globalement, indépendamment du mode de conversion énergétique utilisé, que le rendement de la transformation est de 25 %, l'énergie secondaire disponible (chaleur, électricité), serait de 250 TJ/an (70 GWh).

Les utilisations de ces déchets sont multiples :

- combustion dans des chaudières pour la production de vapeur pour
  - l'étuvage et le séchage du bois
  - l'entraînement de turbines ou de machines à vapeur pour la production d'électricité

- gazéification dans des générateurs à pyrolyse (gazogènes) pour la production de gaz pauvre comme carburant gazeux pour l'alimentation d'un groupe électrogène
- fabrication de charbon de bois pour les besoins domestiques ou industriels (aciérie, cimenterie).
- production de méthanol, utilisé comme carburant en mélange ou pur pour l'alimentation des moteurs à explosion, ou comme combustible liquide

Enfin, il convient de ne pas sousestimer la valeur des déchets du bois comme combustible pour les usages domestiques, principalement pour la cuisson des aliments, le chauffage et la préparation de l'eau chaude.

Les cultures vivrières représentent une production globale de près de 500 000 tonnes en 1980 et l'objectif 1990 est de 700 000 tonnes (tableau 5.9)/4/.

Admettant, pour fixer les idées, que 10 % de la production constituent des déchets récupérables pour la production d'énergie, 70 000 tonnes de produits végétaux seraient disponibles en 1990, ce qui représente un potentiel d'énergie primaire de 1400 TJ/an, permettant d'obtenir une énergie secondaire (électricité, biogaz, chaleur) de 300 TJ/an environ, soit 80 GWh.

Pour ces résidus, les moyens de transformation sont divers. On mentionnera en particulier :

- combustion directe (pour résidus secs)
- fermentation anaérobie, précédée d'une hydrolyse, pour la production de biogaz
- fermentation pour la production d'alcool éthylique (ethanol), en particulier pour les produits ou les résidus de la culture du manioc et du sucre
- production de gaz pauvre (gazogène) à partir des rafles de maïs, des coques d'arachides, de la paille de riz
- huile de palme (avec ou sans traitement préalable) pour l'éclairage ou comme carburant dans les moteurs diesel.

Enfin, sans qu'il soit possible de les estimer numériquement on mentionnera les possibilités suivantes de produire de l'énergie :

- production d'alcool à partir de fruits (mangues par exemple)
- production de biogaz à partir des jacinthes d'eau

Tableau 5.9. Objectifs de la production vivrière  
(en milliers de tonnes)

Produits	Base 1980	Objectifs 1990
Manioc	280	388
Arachides	100	139
Maïs	35	48
Sorgho et mil	50	69
Sésame	12	17
padcy	12	17
Huile de palme	--	15
Sucre	--	7,5
Totaux	489	700,5

- production d'alcool à partir des déchets de brasserie (drèche)

#### 5.5.4. Valorisation énergétique des déchets d'élevage

Les excréments des animaux constituent un potentiel énergétique par fermentation anaérobie et production de biogaz.

Le tableau 5.10 donne la répartition du cheptel centrafricain ainsi que des valeurs indicatives moyennes de la production journalière potentielle de biogaz, en supposant que la totalité des déchets de tout le cheptel puisse être collectée et utilisée pour assurer cette production.

La production potentielle de biogaz est ainsi de l'ordre de 3,1 millions de m<sup>3</sup> par jour, soit 1130 millions de m<sup>3</sup> par an. Admettant un pouvoir calorifique de 25 MJ/m<sup>3</sup>, le potentiel énergétique du biogaz est de 29 PJ/an.

Ce potentiel n'est cependant utilisé que qu'en très faible partie en raison du mode d'élevage basé sur la transhumance et la divagation des troupeaux.

Ce n'est que dans les exploitations sédentarisées, dans lesquelles les excréments des animaux seraient centralisés et pourraient être aisément collectés que la production de biogaz pourrait être envisagée. Malgré les encouragements à la sédentarisation des éleveurs prodigués par les Autorités centrafricaines, les résultats obtenus à cet égard sont encore peu importants.

Le biogaz semble donc ne pouvoir être utilisé en Centrafrique que dans un nombre extrêmement limité de cas. Ces applications ponctuelles peuvent être bénéfiques pour les exploitations ou entreprises qui les utiliseront et doivent être encouragées à ce titre mais leur contribution au bilan énergétique national restera longtemps encore négligeable.

Tableau 5.10. Potentiel de la production de biogaz

Animaux	Nombre 1980 x 1000	Matières organ. kg/jour	B i o g a z	
			m <sup>3</sup> /kg	m <sup>3</sup> /jour x 1000
Bovins 1/	1 500	4,8	0,4	2 880
Caprins 2/	960	0,2	0,6	115
Ovins 3/	80	0,2	0,6	10
Porcins	300	0,4	0,8	96
Volailles	2 000	0,03	0,5	30
Total				3 131

cheptel centrafricain selon /14/.

1/ têtes de bovins dont 99 % sont des zébus (Mbororo et Foubé)

2/ de race Guinéenne

3/ surtout de race "Peulh", aussi Djallonké

## 5.6. Energie hydraulique

### 5.6.1. Conditions hydrologiques

L'hydrographie du Centrafrique est caractérisée par deux bassins importants :

- le bassin sud du Tchad comprenant les affluents du Haut Chari : l'Aouk à l'est, l'Ouham au centre et ceux du Haut Logone (Pendé) à l'Ouest
- le bassin de l'Oubangui dont les rivières principales sont la Kémo, la Ouaka, la Kotto, le M'Boumou à l'est, la Sangha, la Lobaye et la Mpoko à l'ouest.

Les rivières des cuvettes du Congo et du Tchad ont des cours lents, imprécis et souvent marécageux.

La cuvette tchadienne a un régime des eaux irrégulier de type soudanien et les sources tarissent en saison sèche.

La cuvette congolaise fait partie d'un régime hydrographique équatorial régulier.

Le bassin de l'Oubangui a un régime plus irrégulier. Dans cette région, les sources sont permanentes mais les débits sont considérablement réduits à l'étiage.

Les régions aolaniennes qui forment le reste du pays constituent un réseau hydrographique dense et fortement ramifié dans les régions de roches massives telles que le granit (Bouar, Bozoum, Paoua, Bocaranga).

Il est moyennement dense lorsqu'il traverse les régions de gneiss, micaschistes et quartzite (Obo, Yalinga, Bria, Bambari, Sibut, Damara). Il est enfin très lâche sur les deux plateaux gréseux de Mouka-Ouada et de Carnot.

Les cours supérieurs des rivières sont généralement rapides, encaissés et de pente importante (régime semi-torrentiel).

Les cours moyens et inférieurs sont lents et faiblement encaissés. Ils sont parfois interrompus par des chutes ou des rapides au passage de seuils rocheux (rapides de la Lobaye, chutes de la Kotto à Kembé et de la Mbali à Boali.

On mentionnera encore les chutes et les rapides qui sont connus mais dont les possibilités énergétiques n'ont pas encore été évaluées de façon précise :

- chutes de la Chinko, à 60 km au nord de Rafaï
- chutes de Bada sur la Kotto, à 15 km en amont de Kembé
- rapides de Tchola-Banan sur la Kotto
- chutes de Ngolo sur la Kotto
- nombreux rapides écnelonnés sur la Kotto à environ 50 km en amont de Bria
- rapides de Yaméné sur la Kadéi, à 50 km au nord-ouest de Nola
- chutes de Touboutou sur un affluent de la Mambéré près de Carnot
- chutes de Matakil sur la Koumbala, à 45 km à l'est de Ndélé (débit probablement intermittent ou très fortement réduit à l'étiage)
- chutes de la Nana près de Kaga-Bandoro

#### 5.6.2. Ressources en énergie hydraulique

Bien qu'un inventaire systématique et complet des ressources hydrauliques n'ait pas encore été effectué, les études préliminaires qui ont été faites ponctuellement ou régionalement, mettent en évidence un potentiel hydraulique important à l'échelle du pays /15/.

une étude du potentiel hydroénergétique de la région sud-ouest du pays a été effectuée par l'Institut pour études et projets hydroélectriques de Bucarest en 1972.

Bien que de caractère très préliminaire et à bien des égards insuffisante, cette étude montre l'existence de ressources hydrauliques importantes dans la région étudiée.

Le tableau 5.11 donne, sous toute réserve, certaines caractéristiques préliminaires des aménagements hydroélectriques qui pourraient être envisagés dans la région étudiée.

Il convient également de mentionner le projet de barrage sur l'Oubangui à la hauteur de Mobaye. Les promoteurs du projet sont Zaïrois mais s'agissant d'une réalisation implantée sur le fleuve qui détermine la frontière entre le Centrafrique et le Zaïre, un accord sur la répartition de la production et des charges doit être négocié. La puissance installée serait de 22 MW.

Caractéristiques	Unités	Lobaye 20 km SW M'Paiki	Kotto Kembé	Oubangui Hôtel Safari	Mpoko Damara	Mpoko Bossélé Ball	Mbi Boali	Mbi 30 km Bossembélé	Mbi postér. chute am	Mazbéré Carnot	Pama Boali	Kadéi 50 km NW Ola	Mama 50 km Carnot
Bassin versant	km <sup>2</sup>				8250	7900	3000	2420					
Longueur sect.	km											24	
Débit	m <sup>3</sup> /s	270	225		45	45			36		40		
Débit permanent	m <sup>3</sup> /s						10	12,5					
Débit aménagé	m <sup>3</sup> /s							53					
Débit d'équip.	m <sup>3</sup> /s						29		62				
Débit avec ret.	m <sup>3</sup> /s						17						
Long. barrage	m			900									
Capacité retenue	m <sup>3</sup>						.15 10 <sup>6</sup>	10 <sup>9</sup>			4 10 <sup>6</sup>		
Hauteur chute	m	10-15	22-24	9	20	30	75	50	75	10	32	50	
Puissance disp.	MW						17,5	21	37				
Puissance garant.	MW				7,5	11			21		10		
Puissance inst.	MW	22-32	40	40-60						15	17,5	180-190	22
Heures de marche	h/an				5000	5000	5000	5000	5000		5000		
Prod. annuelle	GWh	140-210	300	300	35	55	87	100	185	100	85	1200	140
Productibilité	GWh						140						

Tableau 5.11. Caractéristiques préliminaires de quelques aménagements hydroélectriques

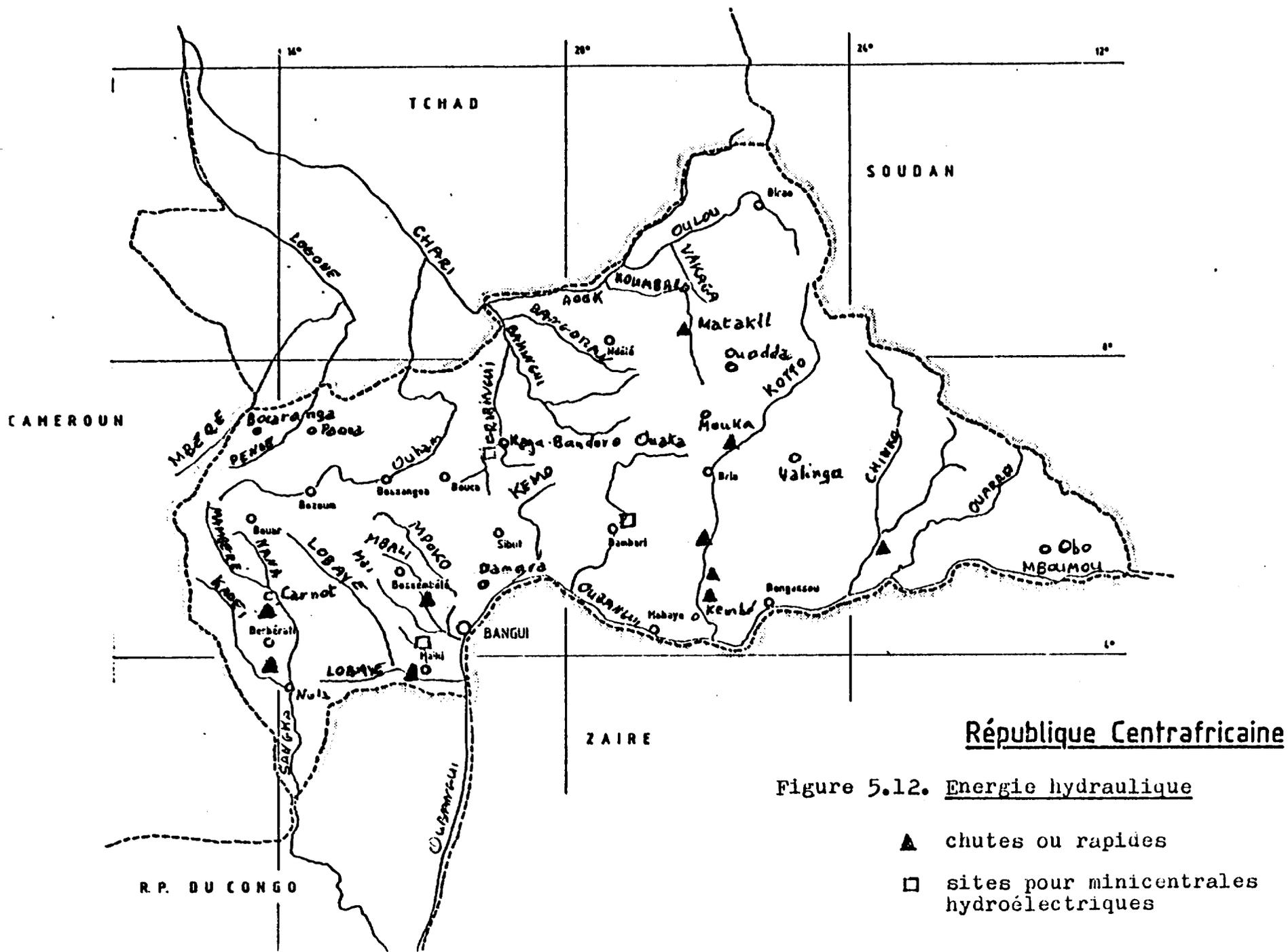


Figure 5.12. Energie hydraulique

- ▲ chutes ou rapides
- ◻ sites pour minicentrales hydroélectriques

par ailleurs, le réseau des rivières secondaires offre de nombreuses possibilités d'aménagement de microcentrales (<100 kW) et de minicentrales (100 à 1000 kW) hydroélectriques (figure 5.12).

Des minicentrales hydroélectriques sont prévues sur les sites suivants /16/ :

- Kongue sur la M'Béko près de M'Baïki; puissance installée 710 kW, production annuelle 2,410 GWh (réalisation décidée et financement assuré) 1/
- Bambari sur le M'Boumou, puissance installée 1130 kW, production annuelle 7,4 GWh (étude préliminaire sommaire terminée).

Il n'existe pas d'inventaire des possibilités de réalisation de micro et minicentrales hydroélectriques en Centrafrique.

---

1/ Ce projet est retardé, les Organisations qui assurent le financement ayant demandé une étude hydrologique complémentaire

## 6. REALISATIONS ET PROJETS CONCERNANT LES ENERGIES RENOUVELABLES

### 6.1. Energie solaire

Les applications de l'énergie solaires en Centrafrique sont limitées à un nombre restreint d'appareils, utilisés le plus souvent à titre d'installations pilotes ou expérimentales.

Un réfrigérateur alimenté en électricité par des panneaux de cellules photovoltaïques (avec batteries d'accumulateurs) est placé, pour une période d'expérimentation d'une année, à l'Institut Supérieur de Développement Rural de M'Baïki. Par la suite, ces équipements seront transférés au dispensaire de Bouca (conservation des médicaments et vaccins).

Une balise pour la navigation aérienne alimentée en électricité par des panneaux de cellules photovoltaïques est installée à proximité de l'aéroport de Bangui - Mpoko. Elle est exploitée et entretenue par le service de la Maintenance de l'A.S.E.C.N.A.

Deux capteurs solaires pour la préparation d'eau chaude domestique, de conception israélienne, ont été vendus et installés à Bangui par le Centre Industriel Centrafricano Israélien (C.I.C.I.). Il n'existe pratiquement pas de marché actuellement pour des équipements de ce type en Centrafrique.

Différents documents officiels /4/, /17/ mentionnent un projet d'installation d'une pompe solaire à Berbérati.

Des mesures du rayonnement solaire (insolation, intensité) sont effectuées par l'A.S.E.C.N.A. (voir paragraphe 5.3) ainsi que par l'Université de Bangui (Professeur J.-M. Bassia, Doyen de la Faculté des Sciences).

Un programme de recherche et de formation sur l'énergie solaire est prévu et comprend, en première étape la fourniture d'appareils de mesure du rayonnement solaire en 1982 (financement FED 6000 US \$ , financement pour généralisation de l'expérience reste à trouver)<sup>1/</sup>

---

<sup>1/</sup>L'I.S.D.R. attend la fourniture prochaine de tels appareils. Il se peut qu'il s'agisse du même projet.

## 6.2. Energie éolienne

Il semblerait qu'il n'existe qu'une seule installation utilisant l'énergie éolienne. Elle serait installée dans une mission religieuse en région montagneuse dans l'ouest du pays.

## 6.3. Biomasse

Une installation expérimentale de biogaz est en cours de réalisation à l'I.S.D.R. Elle comprend quatre digesteurs discontinus à exploitation échelonnée de manière à assurer une production continue de gaz. Celui-ci sera utilisé pour alimenter les foyers du restaurant des étudiants de cet établissement.

Une microréalisation utilisant la biomasse serait en cours (financement FED et Gouvernement : 16 000 US \$, le financement pour la généralisation de l'expérience restant à trouver).

Il semble qu'il existerait plusieurs installations de production d'eau chaude domestique utilisant la chaleur dégagée par la fermentation de parches de café. Une fosse creusée dans le sol (volume : 2 à 3 m<sup>3</sup>) est remplie de parches de café fortement comprimées et entourant un fût de 200 litres (fût à essence ordinaire) rempli d'eau et muni de la tuyauterie nécessaire pour l'arrivée d'eau froide au bas du fût et le départ de l'eau chaude dans sa partie supérieure. A la condition de maintenir un degré d'humidification convenable, un tel dispositif permet d'approvisionner une famille en eau chaude pendant une année. Après cela, les parches sont remplacées et un nouveau cycle annuel de production peut être entrepris. Le fonctionnement très simple de ce dispositif est rendu possible en Centrafrique étant donné la température atmosphérique, voisine de 30 °C, très favorable pour les processus de fermentation.

Les déchets de bois dans les exploitations forestières sont utilisés de longue date pour la production d'énergie.

Ainsi, le bois brûlé dans des chaudières permet la production

pour diverses utilisations :

- vapeur industrielle pour l'étuvage et le séchage du bois
- turbine ou moteur à vapeur pour la production d'électricité
- production d'eau chaude à usage domestique

L'installation d'un petit groupe électrogène (35 kVA) à gazogène utilisant des déchets de bois est prévue prochainement à l'I.S.D.R. pour une période d'expérimentation d'une année environ, après quoi elle sera transférée à l'usine de sciage de bois Sirca-Leroy, située également à proximité de M'Baïki.

On ne négligera pas enfin de rappeler que le bois constitue l'agent énergétique le plus utilisé en Centrafrique.

Il ne peut toutefois être considéré comme une énergie renouvelable que dans la mesure où son exploitation est limitée à l'accroissement naturel des forêts et où des opérations de reboisement de grande envergure sont entreprises pour reconstituer les forêts surexploitées.

Une opération importante de reboisement a été entreprise il y a quatre ans dans la région de Bambari. Cette opération porte actuellement sur une superficie de 150 hectares (dont 100 ha en 1982) plantée d'eucalyptus pour la production de perches pour la construction des maisons et de bois de feu pour les besoins domestiques. Ces plantations fourniront également fournir des pylones pour l'installation de lignes électriques (après traitement approprié du bois pour assurer sa conservation)

La productibilité de ces plantations peut atteindre 200 à 300 m<sup>3</sup>/ha en savane boisée (au lieu de 5 m<sup>3</sup>/ha en savane naturelle).

Supposant que la totalité de la production soit utilisée comme bois de feu, ces plantations peuvent fournir du bois de feu à plus de 200 habitants par hectare de plantation et même considérablement plus si on utilise des foyers améliorés.

On notera en outre que la population a été encouragée à effectuer des plantations villageoises de bois. Les premiers résultats de ces opérations sont satisfaisants.

Ces différentes mesures de reboisement sont de nature à réaliser la pérennité de la forêt, même à proximité immédiate des grands centres de consommation, ce qui constitue l'un des principaux objectifs de la politique forestière du pays. Elles permettent ainsi de mettre un frein à la déforestation aux environs des villes et de réduire sensiblement les distances à parcourir pour l'approvisionnement en bois.

D'autres opérations semblables sont envisagées, notamment dans les régions de Bouar, Bossangoa et de Paoua, dans le cadre de programmes agricoles intégrés (coton, arachides et reboisement).

Un projet de reboisement est également prévu dans le nord du pays, près de Birao, en région subsaharienne.

Outre les problèmes d'approvisionnement en bois, cette région connaît également de graves problèmes alimentaires (famine en 1930). Il est prévu d'effectuer le reboisement en plantant des anacardiens, essence à croissance rapide également, présentant de plus l'avantage de porter des fruits comestibles.

#### 6.4. Energie hydraulique

Le seul aménagement hydroélectrique en service en Centrafrique est celui de Boali. Il comporte deux usines d'une puissance totale de 18 850 kW (voir paragraphe 3.3.1.)

plusieurs projets d'aménagements hydroélectriques de grande puissance ont été recensés et se trouvent actuellement à des stades divers de préparation, (voir paragraphe 5.6.2.). Il s'agit en particulier des projets suivants :

- inventaire des sites hydroélectriques en République Centrafricaine. Préétude en cours (financement FAC, 17 000 US \$)<sup>1/</sup>.
- inventaire des sites pour microcentrales. Début en 1982 (financement FAC)<sup>1/</sup>.
- étude de l'aménagement de M'Baïki. Minicentrale 600 kVA financement FAC 55 000 US \$)<sup>2/</sup>.
- études de l'aménagement de Bambari, minicentrale hydroélectrique, effectuées en 1977 et 1981 (financement dernière étude FED 91 000 US \$).
- aménagement de la Mbali<sup>3/</sup>. Bassin de régularisation et extension de 10 MW de la centrale de Boali 2 (financement 1 000 000 US \$, financement nécessaire pour réalisation après étude 70 000 000 US \$).
- aménagement de la Lobaye 24 MW (voir paragraphe 5.6.2.). Etude de préfactibilité effectuée, réalisation envisagée 1990 - 1995 (financement à trouver 100 000 000 US \$).

#### Remarque

Certaines informations contenues dans ce chapitre peuvent comporter des contradictions entre elles ou avec celles d'autres chapitres du présent rapport. Ceci est imputable à la diversité des sources utilisées et à la grande difficulté à les vérifier.

- 
- 1/ Ces deux inventaires sont en fait des études de portée limitée, effectuées dans le cadre de budgets peu importants et restreintes à l'examen d'un petit nombre de sites connus. Il est indispensable d'entreprendre rapidement des études plus importantes et systématiques à l'échelle de l'ensemble du pays
  - 2/ Selon des informations récentes, le financement de cet aménagement serait assuré et sa réalisation imminente
  - 3/ Travaux prévus dans le cadre du plan de réhabilitation et de développement de l'ENERCA résumé dans l'annexe 1.

## 7. ORGANISATION DU SECTEUR ENERGETIQUE

### 7.1. situation actuelle

Le Ministère de l'Energie, des Mines et de la Géologie est responsable de tous les aspects des questions énergétiques en Centrafrique.

En fait, ce Ministère ne gère actuellement que les énergies commercialisées. Il s'agit d'une part de l'électricité, dans le cadre du monopole de production, transport et distribution concédé à l'Energie Centrafricaine - ENERCA et d'autre part des produits pétroliers dont l'importation et la distribution sont assurés par la société mixte Total Centrafricaine de Gestion - TOCAGES.

Une part importante des produits pétroliers (essence et surtout gasoil) est affectée à la production d'électricité au moyen de groupes électrogènes dans de nombreuses organisations publiques ou privées situées en dehors de la région de Bangui. Cette production d'électricité échappe ainsi au monopole d'ENERCA.

Si on excepte l'hydraulique, exploitée par l'ENERCA pour la production d'électricité, les énergies renouvelables ne font pas l'objet d'études coordonnées au sein de l'Administration Centrafricaine.

L'énergie solaire fait l'objet d'études et de mesures sommaires à l'Université de Bangui et des mesures de l'inso-lation et du rayonnement solaire sont effectuées par l'ASECNA en différents endroits du pays. Des applications ponctuelles de l'énergie solaire sont faites par divers organismes (balise photovoltaïque à l'aéroport de Bangui-Mpoko par l'ASECNA, réfrigérateur photovoltaïque à l'ISDR à M'Baiki en vue d'un déplacement ultérieur au dispensaire de Bouca)

L'énergie éolienne fait l'objet de mesures effectuées par la Direction de la Météorologie Nationale et par l'ASECNA.

La biomasse est utilisée de longue date dans l'industrie forestière qui brûle les déchets d'exploitation dans des chaudières pour la production de vapeur industrielle et la production d'électricité (hors EMERCA également).

Les autres applications de la biomasse à la production énergétique sont laissées à l'initiative des intéressés et sont en fait très peu développées.

Une installation de biogaz est en cours de réalisation à l'ISDR à M'Baïki et un petit groupe électrogène à gazogène utilisant des déchets de bois sera expérimenté dans ce même institut avant d'être transféré à l'usine d'exploitation forestière SIRCA-Leroy, toute proche.

#### 7.2. Nécessité d'un organe de coordination

Les possibilités de mise en valeur des énergies renouvelables sont importantes en Centrafrique (voir chapitre 5).

Par ailleurs, les conséquences économiques et sociales résultant de l'utilisation de ces énergies nouvelles sont considérables. Il importe que leur développement soit entrepris de manière prioritaire et de façon coordonnée à l'échelon national.

Ainsi, la substitution des énergies renouvelables aux produits pétroliers permet de réduire la dépendance vis-à-vis de ces derniers, de diminuer les dépenses en devises fortes nécessaires pour leur importation et de supprimer, en partie tout au moins, les difficultés d'approvisionnement de ces produits en raison de l'enclavement du pays et du mauvais état de son réseau routier.

Les énergies renouvelables produites à partir de ressources locales (solaire, déchets végétaux ou animaux) apportent des solutions économiques et fiables à ces problèmes et cela tant à l'échelle des exploitations dans lesquelles elles sont utilisées qu'à l'échelle régionale, dans la mesure où des excédents d'énergie peuvent être dégagés à des fins sociales ou communautaires.

Compte tenu de ces possibilités importantes et au moment où les premières expériences et réalisations viennent les confirmer, la nécessité de les exploiter systématiquement, à l'échelle nationale, apparaît de façon impérieuse.

Il s'agit donc de rassembler les expériences isolées et de réunir les initiatives individuelles pour les intégrer dans une action concertée à l'échelle de l'ensemble du pays.

### 7.3. Tâches de l'organe de coordination

Avant de proposer la mise en place d'une structure, il convient de définir tout d'abord quelles seront les attributions de l'organe envisagé.

Il s'agit principalement des tâches suivantes :

1. promotion des énergies renouvelables dans le cadre d'une politique globale de l'énergie formulée à l'échelon gouvernemental
2. recherche et développement concernant la mise au point des systèmes énergétiques utilisant les énergies renouvelables en fonction des possibilités et des besoins des utilisateurs
3. formation de spécialistes capables de conseiller les futurs exploitants ou utilisateurs sur le choix, la conception et le dimensionnement des installations et d'agents qui pourront assurer l'exploitation et la maintenance de ces installations.
4. information des utilisateurs potentiels sur les manières d'exploiter l'énergie solaire ou les déchets organiques pour la production d'énergie, en considérant tant les aspects techniques qu'économiques de la question.
5. coordination des différentes initiatives pour faire bénéficier les nouvelles réalisations de l'expérience acquise par ailleurs; possibilité de prévoir des installations communes à différentes exploitations semblables ou complémentaires du point de vue énergétique; possibilité d'utiliser une installation de production d'énergie pour dépasser les besoins propres d'une entreprise et créer des embryons de réseaux d'électricité à but social (éclairage public, adduction d'eau, bâtiments administratifs et scolaires, établissements médicaux) ou privé (entreprises, commerce, artisanat, habitations privées). Dans la mesure où les installations et les réseaux de distribution qu'elles alimentent atteignent une certaine taille, 100 kW par exemple, une intégration de ces réseaux dans le cadre d'ENERCA deviendrait nécessaire en vertu du monopole dont jouit cette société. En ce qui concerne le bois, il appartiendra à cet organe d'assurer la pérennité des forêts en recommandant, d'entente avec l'Office

National des Forêts, les mesures

6. planification, compte tenu des développements de la production et de la consommation d'électricité ainsi que de l'activité économique, le développement des énergies renouvelables dans une région pourra constituer un échelon intermédiaire préparant la mise en place ultérieure, par l'EMERCA, de grands aménagements hydro-électriques
7. évaluation constante des résultats obtenus soit au niveau de la recherche et du développement soit à celui de l'exploitation de façon à permettre l'adaptation de la politique de mise en valeur des énergies renouvelables en fonction des constatations et conclusions nouvelles
8. collecte, interprétation et archivage des données concernant tout d'abord les données de base, à savoir celles relatives à la disponibilité des énergies renouvelables (ensoleillement et rayonnement solaire, vitesses, direction, durée et fréquence des vents, quantités de biomasse effectivement disponible, compte tenu des possibilités réelles de collecte et de centralisation), et ensuite les données d'exploitation des différentes installations (puissance, production, fiabilité, rendement, coûts). L'archivage de l'ensemble de ces données sur support informatique permettrait de les traiter à l'ordinateur pour les tenir à jour et les exploiter facilement
9. les statistiques énergétiques qui sont effectuées en Centrafrique ne concernent que l'électricité (hydraulique et thermique) et les produits pétroliers. Les statistiques des Nations unies /3/ donnent également des indications concernant la consommation de bois de feu. Il est donc nécessaire d'établir des statistiques intéressant l'ensemble des agents énergétiques commercialisés ou non et cela au niveau de la production (ou importation), distribution, transport et consommation selon les différents types d'utilisation (travail mécanique, chaleur, lumière, processus industriels) et selon les catégories de consommateurs (administrations, services publics, industrie, artisanat, consommateurs privés).

7.4. Proposition de mise en place d'un organe de coordination

Les différentes tâches qui sont dévolues à l'organe de coordination peuvent conduire à envisager, selon les tâches considérées, de le placer au Ministère de l'Energie, des Mines et de la Géologie, au Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage, au Ministère des Eaux et Forêts, au Ministère de l'Education Nationale ou encore au Ministère du Commerce et de l'Industrie. Aucun de ces Ministères ne couvrirait cependant la totalité des aspects requis.

On est dès lors conduit à envisager la création d'un organe interministériel. Bien que séduisante à certains égards, cette solution est cependant à rejeter en raison des difficultés administratives et financières qu'elle pourrait entraîner.

En effet, alors que l'Administration manque de cadres formés et comporte par ailleurs déjà un effectif pléthorique, il paraît préférable de chercher à valoriser et à étoffer un organe déjà existant.

Dans cette optique, l'Office de la Recherche Energétique, Minière et Géologique qui existe déjà au sein du Ministère de l'Energie, des Mines et de la Géologie, semble être le cadre indiqué pour établir l'organe de coordination en question.

Il conviendrait bien entendu de développer cet Office, par exemple en créant, en son sein, une division des Energies renouvelables (qui inclueraient l'énergie hydraulique).

Cette division devrait disposer de personnel, soit un responsable qualifié assisté de un ou deux adjoints techniques et de personnel administratif ainsi que de matériel (matériel de bureau habituel complet, éventuellement d'un petit ordinateur pour l'archivage et l'exploitation des données). Un budget de fonctionnement de cette division devrait être prévu.

Cet organe de coordination travaillerait en collaboration étroite et selon les directives techniques de la Commission ad hoc chargée des questions d'énergie et dont la constitution vient d'être décidée pour assister le Comité National du Plan.

## 8. ELEMENTS D'UNE POLITIQUE GLOBALE DE L'ENERGIE

### 8.1. Objectifs

Dans les conditions précaires de la situation énergétique en Centrafrique, caractérisée par un taux très faible de la pénétration des énergies commercialisées (électricité d'origine hydraulique ou thermique et produits pétroliers), la mise en valeur et le développement des énergies renouvelables doit constituer une pièce maîtresse et prioritaire de la politique globale du pays en matière d'énergie.

Les objectifs d'une telle politique globale sont les suivants :

1. procurer aux communautés urbaines et rurales l'énergie nécessaire pour satisfaire les besoins de base, à savoir la cuisson des aliments, l'éclairage, le chauffage, l'artisanat, l'industrie et les services publics
2. réduire la dépendance du pays vis-à-vis des produits pétroliers importés
3. supprimer la surexploitation des forêts, arbres et arbustes pour la production de bois et de charbon de bois
4. promouvoir l'utilisation de l'énergie en milieu rural pour améliorer les rendements (pompage, irrigation, cultures, élevage), les conditions de vie et les revenus.

La réalisation de ces objectifs doit être comprise de manière à promouvoir la mise à disposition d'énergie en tous points utiles et sous la forme la plus appropriée compte tenu d'une part des utilisations spécifiques et d'autre part des contraintes d'approvisionnement (coûts, transports).

### 8.2. Principes

Des objectifs énoncés ci-dessus, il résulte quelques principes généraux qui peuvent servir de fil conducteur pour l'établissement d'une politique globale de l'énergie.

Il s'agit en particulier des principes suivants :

1. diversification des agents énergétiques par rapport aux énergies primaires indigène ou importée, actuellement trop sollicitées, c'est-à-dire le bois et les produits pétroliers

2. développement intensif des énergies renouvelables, en particulier de l'hydraulique (aux différentes tailles d'aménagements : micro, mini, grands), de la biomasse (résidus des cultures industrielles, de l'exploitation forestière et de l'élevage) et de l'énergie solaire
3. substitution des énergies renouvelables au bois (dans la mesure où il est localement surexploité) et aux produits pétroliers
4. planification de l'exploitation des forêts pour la production de bois de feu de façon à assurer la préservation et la pérennité des forêts
5. amélioration des conditions d'utilisation du bois de feu en vue de l'obtention de rendements énergétiques plus élevés
6. économies d'énergie dans les secteurs industriel et domestique permettant d'assurer une meilleure gestion des agents énergétiques
7. récupération et recyclage de l'énergie dans les processus industriels
8. recherche et développement de moyens améliorés ou nouveaux de production et d'utilisation des différents agents énergétiques, en particulier dans le domaine des énergies renouvelables
9. formation des cadres supérieurs et intermédiaires, administratifs et techniques, à la gestion technique et économique des différents agents énergétiques (production, utilisation et maintenance des équipements)
10. vulgarisation de procédés nouveaux de production et d'utilisation de l'énergie, dans le but d'en assurer l'acceptation sur les plans psychologique et social ainsi que la diffusion dans les collectivités.

Il convient, lors de la formulation d'une politique globale de l'énergie, d'être particulièrement attentif à en fixer les limites et d'éviter d'empiéter de façon préjudiciable sur d'autres domaines connexes. Ainsi l'utilisation de produits alimentaires pour la production d'énergie, par exemple production de carburant (alcool) à partir de canne à sucre, de manioc ou de maïs ne peut être envisagée qu'à la condition que l'autosuffisance alimentaire soit réalisée dans le pays et que seuls des excédents de production par rapport aux besoins alimentaires soient engagés dans de telles transformations.

## 9. PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES

### 9.1. Objectifs

A long terme, l'objectif du développement des énergies renouvelables est de stimuler le développement économique et social du pays en mettant à la disposition des communautés urbaines et rurales des agents énergétiques qui échappent aux contraintes qui existent actuellement dans le secteur énergétique, à savoir :

- coût élevé des produits pétroliers
- difficultés de transport.

A l'exception des transports qui dépendront pendant longtemps encore des produits pétroliers, les énergies renouvelables sont à même d'assurer pratiquement la totalité des besoins énergétiques du pays.

En établissant un programme de développement de ces énergies, on appliquera, pour fixer les priorités, un principe de proportionalité, c'est-à-dire que l'on entreprendra d'abord les actions susceptibles d'avoir des effets importants et rapides pour la collectivité et l'économie du pays. Il pourra donc s'agir soit de réalisations à but industriel ou social, soit d'études et de plans directeurs qui seront eux-mêmes générateurs de projets bénéfiques pour le pays.

A moyen et à long terme, le transfert de technologie à des cadres et agents centrafricains constitue aussi un objectif prioritaire, complémentaire du précédent.

### 9.2. Aspects technologiques

L'application des énergies renouvelables fait appel à des technologies très fortement diversifiées.

Ainsi les aménagements hydroélectriques (mini et grandes centrales) sont des installations de production centralisée destinées à desservir de nombreux membres d'une collectivité. Il en est de même des centrales électrogènes à gazogène.

Actuellement, les équipements nécessaires à ces réalisations doivent être importés des pays industrialisés. Par contre, les travaux d'infrastructure et de génie civil peuvent dans de nombreux cas être réalisés par des entreprises locales et en utilisant, dans la mesure du possible, des matériaux locaux.

Les énergies renouvelables permettent également des applications décentralisées et à petite échelle.

On distinguera à cet égard :

- celles appartenant aux technologies adaptées ou appropriées (cnauffe-eau, distillateurs, cuisinières et séchoirs solaires, cuisinières et foyers à bois améliorés) et qui peuvent être réalisées, moyennant une formation simple et rapide, par les utilisateurs eux-mêmes, en utilisant principalement des matériaux locaux ou de récupération
- celles relevant de l'artisanat ou de la petite industrie (capteurs solaires, petits générateurs à gazogène, digesteurs à biogaz, petites unités de production d'alcool) qui moyennant un transfert de technologie bien conduit peuvent être réalisées sur place
- celles qui font appel à des technologies avancées (équipements électromécanique) ou très avancées (cellules solaires photovoltaïques) dont la fabrication ne peut, même à long terme, être envisagée à l'échelon national.

### 9.3. Transfert de technologie et formation

L'indépendance énergétique que confère les énergies renouvelables par opposition aux produits pétroliers doit également se traduire par une indépendance aussi large que possible sur le plan de la technologie, des connaissances et du savoir-faire (know-how).

C'est pour les technologies les plus simples que le transfert est le plus aisé. Il peut même être complet et ce résultat peut être atteint rapidement (quelques années) à la condition que des efforts intensifs et soutenus soient entrepris.

Pour les technologies avancées et très avancées, le transfert ne peut être que partiel dans le cas du Centrafrique. Des spécialistes, ingénieurs et techniciens centrafricains peuvent effectuer le montage, la mise en service, l'exploitation et la maintenance des installations dont la fabrication restera inévitablement le fait des pays industrialisés.

tel qu'il est envisagé ci-dessus, le transfert de technologie comporte deux composantes essentielles et complémentaires.

Il s'agit d'une part de la formation proprement dite et en fonction de laquelle une proposition est formulée ci-après concernant la création d'un Centre d'expérimentation et de formation dans le domaine des énergies renouvelables à l'intention des cadres et des agents techniques. Une fois formés, ces personnes pourront assumer des charges de conseil de conception (recherche et développement), réalisation, exploitation et maintenance (fiche de projet No 5).

D'autre part, le transfert de technologie doit être opéré également au niveau des artisans (forgerons, mécaniciens, électriciens, menuisiers et charpentiers) qui seront chargés de fabriquer et de réparer le matériel.

Enfin, il convient de mentionner qu'il existe, dans la région de Bangui, plusieurs ateliers de mécanique, très bien équipés et capable d'effectuer des travaux difficiles (C.I.C.I, SOMECAF, CONALU, etc.).

#### 9.4. Aspects régionaux du développement énergétique

##### 9.4.1. Répartition des ressources et de la demande énergétiques

La répartition des ressources en énergies renouvelables sur le territoire national définit des régions de richesses énergétiques différentes.

De même, la répartition de la population et l'implantation des industries déterminent une carte de la demande énergétique dans le pays.

Il convient, lors de l'établissement de programmes de développement de tenir compte de ces réalités géographiques et de chercher à favoriser le développement de la consommation dans les régions où l'énergie est disponible en quantité. Ces éléments interviennent lors de l'implantation d'usines ou du développement de collectivités urbaines ou rurales.

#### 9.4.2. Développement régional

Plusieurs régions du pays comportent un potentiel énergétique très important résultant de la possibilité de réaliser des aménagements hydroélectriques de grande puissance.

L'activité économique et la demande d'énergie qui lui est liée sont cependant insuffisantes pour justifier la réalisation de centrales électriques importantes.

Les énergies renouvelables, principalement la minihydraulique et la biomasse (résidus d'exploitation agricole ou forestière) permettent d'établir des points de production d'énergie électrique qui peuvent stimuler le développement économique et social local. La multiplication de petits centres de production locaux constitue ainsi une étape intermédiaire et indispensable avant la réalisation de grands aménagements de production d'énergie.

C'est ce raisonnement qui a conduit à formuler deux projets de production d'électricité par gazogène dans la région de Nola dans la perspective de l'aménagement ultérieur des rapides de Yaméné sur la Kadéi au nord ouest de Nola.

Ces rapides occupent une position centrale dans l'ensemble de la région que constituent la Haute Sangha et la Sangha Economique et leur aménagement permettrait de desservir toute cette région et principalement les villes de Nola, Berbérati et Gamboula.

Des schémas de développement similaires peuvent être conçus dans d'autres régions, notamment la Gribingui Economique et la Basse-Kotto.

#### 9.5. Détermination des priorités

##### 9.5.1. Généralités et critères

Pour définir des priorités concernant l'ordre dans lequel différents projets doivent être réalisés, il faut considérer l'ensemble des projets concernant la valorisation des énergies renouvelables. Il s'agira dès lors des projets déjà étudiés et dont le financement n'est pas encore ou pas complètement assuré, ainsi que des projets pour lesquels des propositions sont formulées dans la présente étude.

Le Gouvernement a décidé de donner la priorité en matière de réalisations énergétiques au développement des aménagements hydroélectriques.

#### 9.5.2. Projets en cours

Conformément à cette décision, les projets suivants ont été formulés et la réalisation de certains d'entre eux a déjà commencé.

1. programme de réhabilitation et de développement de l'ENERCA. Ce programme est déjà en cours de réalisation et son financement est partiellement assuré.
2. Réalisation de la minicentrale de M'Baiki. Le début des travaux dépend encore d'un complément d'information à donner sur les conditions hydrologiques. Le financement est assuré par le FAC.
3. Réalisation de la minicentrale de Bambari. Deux études préliminaires ont été effectuées en 1977 et en 1981 avec financement du Fonds Européen de Développement (FED)..

#### 9.5.3. Projets à court terme

Il s'agit de projets comportant soit des réalisations pilotes destinés à constituer des têtes de série de réalisations semblables, soit d'études et plans directeurs destinés à la planification des futures installations et travaux.

Tous ces projets sont donc générateurs de programmes de développement ultérieurs importants et dans ce sens, il doivent être considérés comme étant urgents.

Ces projets sont complémentaires et constituent un ensemble cohérent. Ils peuvent donc être entrepris simultanément. Ils sont classés ci-après en fonction de l'importance décroissante de leur impact sur le développement énergétique national et régional.

Il s'agit des projets suivants :

1. Projet et réalisation d'une minicentrale hydroélectrique pilote pour le développement industriel rural
2. Inventaire des ressources en énergie hydraulique
3. Etablissement de dossiers de faisabilité technico-économique concernant la réalisation de minicentrales hydroélectriques

4. Etude et installation d'un groupe électrogène à gazogène dans le Centre urbain secondaire de Ndélé
5. Centre d'expérimentation et de formation pour la mise en valeur des énergies renouvelables
6. Plan directeur en vue de l'élimination du gasoil pour la production d'électricité dans les centrales thermiques
7. Utilisation des déchets de l'industrie forestière pour la production d'électricité
8. Utilisation des résidus de la culture du café pour la production d'électricité
9. Installation pilote de pompage d'eau souterraine alimenté par des cellules solaires photovoltaïques

#### 9.5.4. Projets à moyen terme

A moyen terme, c'est-à-dire 5 à 10 ans, il conviendra de réaliser les projets qui auront été définis dans le cadre du programme à court terme.

La priorité sera donnée aux aménagements hydroélectriques de toutes tailles. Dans les régions dépourvues de ressources hydrauliques, la biomasse d'origine agricole, forestière ou animale est également appelée à jouer un rôle important.

On ne sousestimera pas les possibilités offertes par l'énergie solaire, surtout dans le centre et dans le nord du pays pour la préparation d'eau chaude et la production d'électricité par cellules photovoltaïques pour les applications de faible puissance dans les régions ne disposant pas d'autres sources d'énergie.

Le développement de la culture de cannes à sucre et l'implantation d'un complexe sucrier dans la région de Bambari pourra fournir l'occasion d'expérimenter et de pratiquer à l'échelle industrielle la production d'alcool à partir des déchets de ce complexe. Cet alcool peut être utilisé comme carburant ou comme combustible (voir annexe 2).

#### 9.5.5. Projets à long terme

Les projets de développement des énergies renouvelables à long terme ne peuvent être définis de façon précise au stade actuel. Ils constituent la poursuite et le développement des actions entreprises dans le cadre des programmes à court et à moyen terme pour réaliser les objectifs définis au paragraphe 9.1. ci-dessus.

#### Remarque

Dans la liste ci-dessus, il ne figure pas de projet portant sur l'utilisation des tiges de coton pour la production d'électricité par gazéification dans un générateur de gaz pauvre par pyrolyse (gazogène). En effet, cette technique fait l'objet d'un important programme de recherche auquel participent la Compagnie Française de Développement des Textiles, la Compagnie malienne de Développement des Textiles (centre de Koutiala) et la société industrielle française Duvant. Lorsque ces travaux seront terminés, la solution technique mise au point pour les cultures de coton au Mali pourront être transposées pour les autres pays africains dans lesquels la culture du coton est entreprise.

## 10. PROPOSITIONS DE PROJETS PARTICULIERS

### Introduction

L'analyse de la situation énergétique en République Centrafricaine et les premières réalisations et expériences portant sur l'utilisation des énergies renouvelables dans ce pays conduisent à formuler diverses propositions de nature technique dans le but de stimuler le développement intensif de ces formes d'énergie.

Ces propositions s'intègrent dans les éléments d'une politique globale de l'énergie présentés au chapitre 8. Elles constituent d'autre part le programme de développement à court terme présenté au chapitre 9.

Pour chaque projet, une fiche de projet a été préparée et a fait l'objet de discussions précises et détaillées avec des personnalités responsables au sein de l'Administration.

A l'exception de deux d'entre elles qui ont été établies plus tard, ces fiches de projet ont été soumises aux Autorités Centrafricaines lors d'une réunion présidée par le Haut Commissaire au Plan, le 15 novembre 1982 et réunissant des représentants des Ministères concernés, les Conseillers du Haut Commissariat au Plan ainsi que le Représentant Résident du PNUD et ses collaborateurs.

Il appartiendra ensuite au Gouvernement Centrafricain d'évaluer ces propositions et, le cas échéant, de fixer les priorités de réalisation.

Les projets pourront être alors soumis aux bailleurs de fonds. Des documents de projet pourront enfin être préparés, définissant en détail les objectifs et les activités du projet, les moyens financiers nécessaires pour leur réalisation ainsi que l'importance des contributions financières apportées respectivement par le Gouvernement et par l'Organisation qui financera le projet.

Ces fiches de projet sont présentées ci-après.

FICHE DE PROJET NO 1

Titre du projet : Projet et réalisation d'une minicentrale hydroélectrique pilote pour le développement industriel rural

Localisation : A définir en fonction d'un développement agricole ou agro-industriel en milieu rural dans une région bénéficiant de conditions hydrologiques favorables

Durée : deux ans

Objectifs

a) A long terme, la minicentrale pilote faisant l'objet du présent projet a pour but de réunir des expériences liées à la réalisation et à l'exploitation de telles installations en milieu rural à des fins principalement agricoles ou agro-industrielles, dans les conditions particulières du Centrafrique. Ce projet doit en outre démontrer l'intérêt social, économique et financier de ces installations et fournir les bases nécessaires pour le développement d'installations similaires.

b) A court terme, la minicentrale pilote doit permettre l'alimentation en électricité d'une entreprise agricole ou agro-industrielle en milieu rural et de la collectivité qui vit dans ses environs. En permettant l'utilisation de l'énergie hydraulique au lieu d'un groupe électrogène diesel, ce projet répond au principe de substitution des énergies renouvelables aux produits pétroliers pour la production d'électricité. Le projet doit en outre permettre la formation du personnel pour la mise en service, l'exploitation, l'entretien et la réparation de cette installation.

Antécédents et justification

Le Centrafrique dispose d'un seul aménagement hydroélectrique comprenant les deux centrales de Boali 1 et 2, et dont la production alimente la ville de Bangui. Bien que l'on ne

dispose pas d'une estimation du potentiel hydraulique du pays, ni même d'un inventaire complet des sites se prêtant à l'aménagement de centrales hydroélectriques, un certain nombre de sites intéressants ont été recensés et des études préliminaires effectuées pour certains d'entre eux. Il apparaît ainsi que les possibilités de réaliser des aménagements sont nombreuses et permettent d'envisager des puissances installées qui dépassent de beaucoup la capacité actuelle d'absorber l'énergie produite.

En attendant que l'activité économique soit suffisamment développée et que la population dispose d'un pouvoir d'achat assez grand pour lui permettre de payer l'électricité qu'elle pourrait utiliser, l'installation d'une minicentrale, donc d'une puissance plus modeste, permettant d'assurer la fourniture d'énergie électrique pour les besoins d'une entreprise locale ainsi que certaines prestations à caractère social pour la population, peut être envisagée dès à présent. Une telle installation présente en outre l'avantage de constituer un stimulant pour le développement économique et social régional. Il semble exister de nombreux sites sur des cours d'eau secondaires qui présenteraient des conditions favorables pour l'installation de telles minicentrales.

#### Résultats attendus

Le projet doit apporter la démonstration pratique de la factibilité et de l'intérêt des minicentrales hydroélectriques pour le développement industriel en milieu rural dans les régions du pays où il existe des cours d'eau présentant un débit suffisant, même pendant la saison sèche, pour assurer un approvisionnement en énergie électrique permettant de satisfaire la demande de base.

Le projet doit permettre la formation des cadres d'exploitation, entretien et réparation. Il doit permettre en outre de déterminer les parties de l'installation, de l'équipement et des travaux qui pourraient éventuellement être fabriquées ou exécutées, moyennant certaines modifications, par des entreprises centrafricaines.

### Activités du projet

Les activités du projet comprennent les phases suivantes :  
Phase 1 : Reconnaissance et choix d'un site ayant un potentiel hydraulique favorable et au voisinage duquel le développement d'activités agricoles ou agro-industrielles en milieu rural est prévu.

Phase 2 : Projet détaillé de l'aménagement, définition de la puissance installée optimale compte tenu des besoins en énergie électrique pour les activités industrielles, ceux de la collectivité à caractère social (éclairage public, alimentation en eau, hôpital ou centre de santé) et ceux de la population proprement dite.

Le projet détaillé comprend :

- implantation des ouvrages sur le site
- projet des ouvrages de génie civil
- spécifications techniques des équipements
- planning des travaux
- coût estimatif des travaux

Préparation des dossiers d'appel d'offres auprès des entreprises et des fournisseurs d'équipement.

Evaluation des offres des soumissionnaires et propositions d'adjudication.

Phase 3 : Construction de la centrale, suivi des travaux, mise en service et réception de l'installation. Formation du personnel d'exploitation et de maintenance.

Evaluation du projet en vue de réalisations similaires ultérieures.

### Structure d'accueil

Le projet serait réalisé sous l'égide du Ministère de l'Energie, des Mines et de la Géologie par une société d'ingénieurs conseils travaillant en collaboration étroite avec l'ENERCA.

Budget

En se fondant sur une puissance installée de la minicentrale de 200 kW et en admettant un prix spécifique de 4000 à 5000 \$/kW, le coût du projet peut être estimé comme suit :

Etudes	200 000	à	300 000 \$
Réalisation	800 000	à	1 000 000 \$
	<hr/>		
Total	1 000 000	à	1 300 000 \$
	<hr/> <hr/>		

Remarque

Le matériel électro-mécanique sera importé d'un pays industriel. Par contre, pour les travaux de génie civil, on cherchera à réaliser un parti technique qui fait au maximum appel à l'utilisation de matériaux locaux. On cherchera en particulier à éviter l'utilisation massive de ciment.

## FICHE DE PROJET No 2

Titre du projet : Inventaire des ressources en énergie hydraulique en République Centrafricaine

Localisation : Etudes et travaux sur le terrain

Durée : deux années

### Objectifs

a) A long terme, la connaissance du potentiel hydraulique du pays doit permettre de rechercher les combinaisons les plus favorables d'aménagements hydroélectriques qui peuvent être réalisés dans le pays pour répondre à la demande d'énergie dans les différentes régions, compte tenu des développements prévisibles concernant la démographie, l'activité économique, l'industrie et le développement rural.

b) A court terme, le projet doit permettre d'évaluer le potentiel énergétique que constituent les aménagements hydroélectriques de faible et moyenne puissance et la contribution qu'ils peuvent apporter à l'économie énergétique de collectivités urbaines et rurales.

### Antécédents et justification

Il n'existe actuellement aucune évaluation globale du potentiel hydraulique en Centrafrique. Quelques études de sites ont été effectuées, certaines très sommairement, en vue de la réalisation d'aménagements hydroélectriques. Une étude préliminaire concernant le potentiel hydro-énergétique théorique des cours d'eau du sud-ouest du pays a été effectuée. Cette étude ne fournit pas de conclusions précises et complètes pour la région étudiée.

Ainsi, alors que l'approvisionnement énergétique du pays est posé en termes particulièrement critiques et qu'il a été reconnu qu'une priorité devait être donnée à l'hydraulique, par la construction de mini et de petites centrales hydroélectriques, on ne dispose pas d'une estimation sûre et englobant l'ensemble du pays, du potentiel correspondant.

### Résultats attendus

Au terme du projet, une évaluation précise du potentiel hydraulique des différents bassins versants du pays sera établie ainsi qu'un recensement des tronçons des rivières qui se prêtent favorablement à l'établissement d'aménagements hydroélectriques. Cette étude prendra en compte les variations saisonnières de l'hydraulicité de manière à permettre d'obtenir dans chaque cas des estimations correctes des puissances aménageables et des productibilités.

### Activités du projet

L'étude débutera par une phase d'études hydrologiques des principaux bassins versants du pays pour déterminer les régions susceptibles de présenter un potentiel régional intéressant, sur la base de critères à fixer préalablement.

Se fondant sur les observations disponibles ainsi que sur des études régionales plus détaillées et éventuellement sur quelques mesures complémentaires à effectuer sur le terrain, le potentiel local des régions retenues sera calculé.

Une synthèse des résultats sera formulée de façon à disposer de valeurs du potentiel hydraulique à l'échelle régionale et pour l'ensemble du pays. Ces résultats apparaîtront sous forme de cartes, de graphiques et de tableaux et seront accompagnés d'un rapport décrivant la méthodologie de l'étude, la description détaillée du travail effectué, les résultats intermédiaires obtenus ainsi que tous les commentaires utiles à la bonne interprétation des résultats et conclusions.

### Structure d'accueil

L'étude sera effectuée sous l'égide du Ministère de l'Energie des Mines et de la Géologie en collaboration étroite avec la Direction Générale de ce Ministère et l'Energie Centrafricain (ENERCA), par une société d'ingénieurs conseils.

### Budget

Le budget à prévoir pour l'exécution de cette étude peut être estimé provisoirement à 500 000 US \$, montant à préciser en fonction des déplacements et interventions sur le terrain.

## FICHE DE PROJET No 3

Titre du projet : Etablissement de dossiers de faisabilité technico-économique concernant la réalisation de minicentrales hydroélectriques.

Localisation : Etudes et visites sur le terrain

Durée : une année

### Objectifs

a) A long terme, les dossiers qu'il est proposé d'établir dans le cadre du présent projet, sont destinés à faciliter les démarches administratives, en particulier en ce qui concerne les recherches de financement, et ainsi accélérer la mise en service des minicentrales hydroélectriques qu'ils concernent.

b) A court terme, les études de faisabilité technico-économiques de différentes centrales hydroélectriques de petite puissance, minicentrales, sont destinées tout d'abord à réunir tous les éléments nécessaires pour qu'un bailleur de fonds, sur la base de ce dossier, puisse se prononcer sur l'opportunité de financer le projet correspondant. Chaque dossier doit en outre comprendre les données et indications servant de base pour l'établissement du projet technique détaillé par l'ingénieur conseil chargé de l'exécuter.

### Antécédents et justification

Dans le contexte de la situation énergétique du Centrafrique, caractérisée par le renchérissement continu des produits pétroliers et les difficultés d'approvisionnement résultant de l'encavement du pays et du mauvais état de son réseau routier, le gouvernement a décidé de donner une priorité à la construction de minicentrales hydroélectriques. Celles-ci faisant appel à une énergie hydraulique renouvelable et gratuite peuvent assurer l'approvisionnement en électricité de collectivités urbaines ou rurales comprenant de l'artisanat et éventuellement de petites industries, agro-alimentaires par exemple.

Il est dès lors important de disposer de dossiers de faisabilité technico-économique succincts mais bien étudiés et présentés pour procéder aux démarches en vue de l'obtention du financement nécessaire pour la réalisation de l'aménagement.

#### Résultats attendus

Pour chacun des aménagements dont la réalisation est envisagée, un dossier de faisabilité technico-économique sera établi. Ces dossiers traiteront les points suivants :

- évaluation de la demande d'électricité dans la ou les collectivités à proximité du site et évolution prévisionnelle de cette demande
- examen des conditions hydrologiques locales et détermination de la puissance qui peut être économiquement installée compte tenu des variations saisonnières du débit
- choix de la puissance de l'aménagement
- étude préliminaire du site (topographie, géologie, mécanique des sols, accès)
- choix des types d'équipement
- esquisse préliminaire d'implantation des ouvrages à réaliser et de disposition des équipements
- coût estimatif de la réalisation de l'aménagement ( équipement, travaux préparatoires, accès, ouvrages)
- calcul de la rentabilité et du prix de revient de l'énergie produite à la sortie de la centrale.

#### Activités du projet

Les activités du projet sont essentiellement les suivantes : collecte et évaluation des données, étude sommaire de la demande en énergie électrique compte tenu des nouveaux consommateurs susceptibles de s'installer dans la région du fait de la présence de cette nouvelle centrale, étude hydrologique, définition des caractéristiques de l'aménagement, étude technico-économique de ce dernier pour répondre aux points décrits ci-dessus sous le titre "Résultats attendus". Ces études et travaux nécessiteront une ou plusieurs missions sur le terrain pour chacun des aménagements étudiés. Les centrales à étudier seraient celles qui sont déjà prévues mais dont le financement n'est pas encore assuré. Il s'agit notamment des centrales de Bambari, Bouar, Carnot, Kaga-Bandoro, Berbérati et Nola.

Structure d'accueil

Le projet serait placé sous l'égide du Ministère de l'Energie, des Mines et de la Géologie et exécuté par une société d'ingénieurs-conseils travaillant en collaboration étroite avec l'Energie Centrafricaine - ENERCA.

Budget

Le coût estimatif du projet est de 55 000 US \$ par dossier concernant un projet de minicentrale hydroélectrique. Pour les six sites mentionnés ci-dessus, le coût d'établissement des dossiers correspondants serait ainsi de 210 000 \$.

## FICHE DE PROJET No 4

Titre du projet : Etude et installation d'un groupe électrogène à gazogène dans le Centre urbain secondaire de Ndélé

Localisation : Ndélé

Durée : 2 années

### Objectifs

a) A long terme, le projet doit permettre l'approvisionnement en électricité de tous les consommateurs de la ville de Ndélé. Il s'agira en particulier des services publics (éclairage, alimentation en eau), des bâtiments publics et administratifs ainsi que des consommateurs privés (particuliers, artisans, centres agro-industriels). Cette installation pilote est destinée à servir de modèle à d'autres installations semblables qui pourront être installées dans d'autres localités.

b) A court terme, le projet est destiné à démontrer la faisabilité technique et économique de la production d'électricité dans une agglomération rurale de taille moyenne, située en région de savane boisée (forêts claires et partiellement dégradées) et ainsi que la possibilité de s'affranchir des contraintes et des charges financières liées à l'approvisionnement en gasoil dans une région enclavée.

### Antécédents et justification

La ville de Ndélé, centre urbain secondaire de 10 000 habitants (Préfecture de Bamingui - Bangoran), dans le nord du pays, dispose actuellement d'une centrale thermique d'ENERCA comprenant deux groupes électrogènes à gasoil, de 45 kW chacun et installés en 1970.

En 1981, les ventes d'énergie électrique à partir de cette centrale ont porté sur 3300 kWh, correspondant à une durée moyenne de fonctionnement quotidien à pleine puissance de 12 minutes (pour un seul groupe).

Ces performances particulièrement médiocres sont imputables à divers facteurs parmi lesquels on mentionnera l'insuffisance de la dotation en carburant, les difficultés d'acheminement de ce dernier de Bangui à Ndélé. Enfin on notera que les groupes ont plus de dix ans et, compte tenu des conditions d'exploitation et de maintenance précaires, ne sont probablement pas en bon état.

La localité de Ndélé, d'importance moyenne, est cependant un centre où règne une activité économique assez élevée en raison de l'importance de la culture du coton qui y est pratiquée. C'est aussi un point de passage obligé pour les relations avec le Soudan. Enfin Ndélé se trouve en position centrale par rapport aux grands parcs nationaux et aux réserves de faune dont le développement et l'exploitation touristique est prévue à moyen terme.

Toutes ces activités ainsi que la fourniture d'électricité à des consommateurs actuellement équipés de leurs propres groupes électrogènes à gasoil (particuliers, missions, agro-industries, équipement rural, irrigation) justifient pleinement de pourvoir Ndélé de moyens d'approvisionnement en électricité fiables et faisant appel aux ressources énergétiques renouvelables locales.

Or, dans cette région, les cours d'eau sont peu importants, partiellement intermittents et se prêtent mal à l'établissement de mini-centrales hydroélectriques.

par contre, la région est couverte de forêts claires, partiellement dégradées, mais dont l'exploitation peut être organisée (exploitation de parcelles successives sur la base d'un plan de rotation) de façon à assurer la pérennité de ces forêts. Ces résultats peuvent être obtenus en se limitant à l'exploitation des forêts naturelles et sans qu'il soit nécessaire de procéder à des opérations de reboisement.

Dans ces conditions, l'installation d'un groupe électrogène paraît justifiée et nécessaire compte tenu de l'activité économique et des perspectives de développement de ce centre.

### Résultats attendus

Au terme du projet, une installation pilote comportant un groupe électrogène (puissance de l'ordre de 100 kW/125 kVA, restant à préciser) et utilisant le bois des forêts naturelles selon un plan d'exploitation rationnel leur assurant la pérennité, par la technique de gazéification (gazogène) pour la production d'électricité, devra fonctionner de façon satisfaisante. Cette installation devra apporter la démonstration technico-économique de la faisabilité de cette technique dans un centre urbain secondaire en région de forêts claires partiellement dégradées.

La puissance de la centrale pourra être augmentée par adjonction de groupes à gazogène supplémentaires au fur et à mesure du développement de la demande en énergie électrique.

### Activités du projet

#### Description de l'installation

L'installation est constituée d'un groupe électrogène comportant un moteur spécialement conçu ou adapté pour utiliser du gaz pauvre comme carburant.

Le gaz est produit dans un générateur à pyrolyse alimenté en bois (blocs, copeaux ou branches en morceaux).

L'installation à réaliser comporte ainsi les éléments suivants :

- dispositif de conditionnement du bois
- générateur à pyrolyse (gazogène) avec ses équipements auxiliaires (épurateur, refroidisseur, filtres, vannes)
- moteur à gaz pauvre
- alternateur
- équipement de commande et de réglage

#### Exécution du projet

Dans un premier temps, une société d'ingénieurs conseils, travaillant en collaboration étroite avec l'ENERCA et le Ministère des Eaux et Forêts, établira un avant-projet détaillé de l'installation ainsi qu'un dossier d'appel d'offres à l'intention des industriels soumissionnaires pour la fourniture de l'équipement thermique, mécanique et électrique. Ce dossier comportera les spécifications techniques, les conditions générales de fourniture, montage et

mise en service, les garanties et pénalités ainsi que les conditions financières.

On part de l'idée que l'ENERCA pourra se charger des travaux préparatoires sur le site, soit travaux de génie civil, construction des bâtiments et massifs de fondation ainsi que des raccordements électriques au réseau local de distribution.

Les offres des fournisseurs soumissionnaires seront ensuite évaluées par l'ingénieurs conseil qui formulera une recommandation d'adjudication des fournitures et travaux, à l'intention du Maître de l'Ouvrage et de l'Organisme assurant le financement de l'opération.

L'entreprise adjudicataire effectuera les prestations contractuelles en se conformant au programme des travaux et aux dispositions financières du contrat.

Sur la base des caractéristiques techniques et du programme d'exploitation de l'installation, le Ministère des Eaux et Forêts fixera les conditions d'exploitation de la forêt pour assurer l'approvisionnement en bois de la centrale, compte tenu des exigences concernant la préservation et la pérennité de la forêt.

#### Structure d'accueil

Le projet sera placé sous l'égide du Ministère de l'Energie, des Mines et de la Géologie et réalisé dans le cadre d'une collaboration étroite établie entre l'ENERCA, le Ministère des Eaux et Forêts et la société d'ingénieurs conseils désignée pour exécuter les études et le suivi du projet.

#### Budget

Le budget à prévoir pour la réalisation du projet peut être estimé à 300 000 US \$ pour le contrat de fourniture, montage et mise en service et le contrat d'ingénieur conseil. Ce montant ne comprend pas les travaux d'infrastructure sur le site.

Remarque

Les besoins en bois de la centrale électrique à gazogène faisant l'objet de la présente proposition peuvent être estimés comme indiqué ci-après.

Admettant une puissance installée de 100 kW (125 kVA), et une durée annuelle de fonctionnement de 1500 heures à pleine puissance, la production annuelle de la centrale serait de 150 000 kWh.

Pour produire cette énergie électrique dans une centrale thermique à gasoil il faut environ 60 000 litres de gasoil.

Dans une centrale à gazogène, la consommation de bois pour produire la même énergie serait de 300 tonnes par année.

Dans les conditions des forêts du nord du pays, on peut admettre, sous réserve d'études plus précises, une productivité des forêts naturelles de l'ordre de 3 m<sup>3</sup>/ha, soit 1,5 tonne par hectare. Ainsi, la surface nécessaire pour assurer cette production serait de 200 hectares, conduisant à une superficie totale exploitée de 3000 hectares si on admet un cycle d'exploitation successive des parcelles étalé sur 15 ans. Il semblerait qu'une telle surface puisse être trouvée sans difficulté à faible distance de Ndélé.

## FICHE DE PROJET No 5

Titre du projet : Centre d'expérimentation et de formation pour la mise en valeur des énergies renouvelables

Localisation : M'Baïki à l'Institut Supérieur de Développement Rural - Université de Bangui

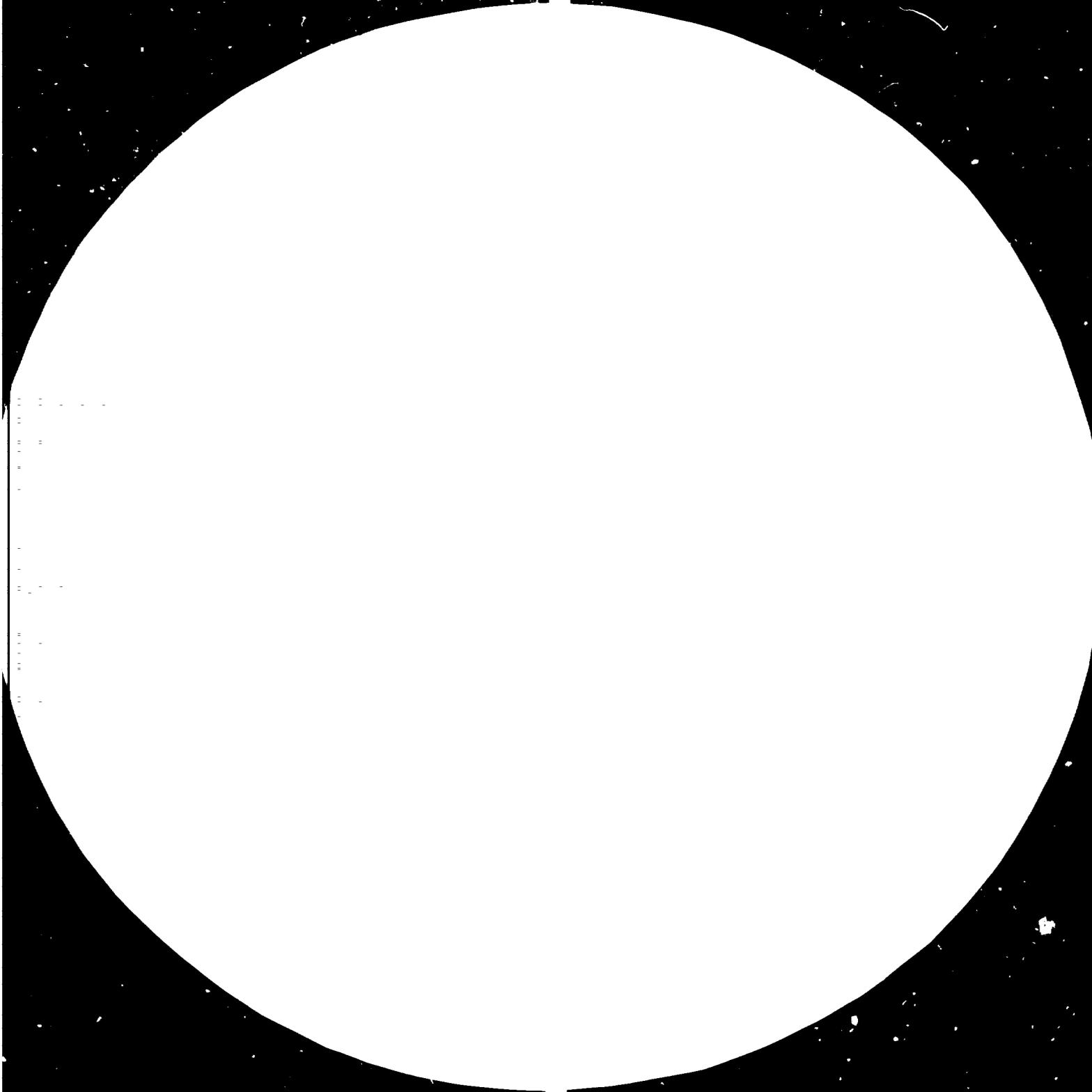
Durée : 3 années

### Objectifs

- a) A long terme, le Centre d'expérimentation et de formation pour la mise en valeur des énergies renouvelables doit disposer de personnel formé et de moyens d'expérimentation lui permettant de conseiller des exploitants de telles sources d'énergie, d'expérimenter et mettre au point les technologies applicables à des cas particuliers et de former des spécialistes qui pourront être chargés de la mise en place et de l'exploitation de nouvelles installations dans le pays.
- b) A court terme, le projet prévoit l'installations d'unités pilotes de production utilisant les énergies nouvelles et renouvelables permettant l'expérimentation et la mise au point des procédés ainsi que la formation d'agents spécialisés.

### Antécédents et justification

Parmi les énergies renouvelables considérées dans le présent projet, il convient d'exclure l'énergie hydraulique dont la mise en valeur et le développement ont reçu un appui prioritaire de la part du Gouvernement Centrafricain par la décision de prévoir l'aménagement de minicentrales ainsi que des aménagements hydroélectriques de plus grande taille là où conditions locales, le développement prévisible de l'activité économique et de la consommation d'énergie électrique les justifient. Le développement de l'énergie hydraulique est donc déjà fortement engagé. Le Centre dont la réalisation est proposée dans le cadre du présent projet, porterait donc



1.0

1.1

1.25

1.4

1.6

sur les autres formes d'énergies renouvelables qui peuvent être valorisées en Centrafrique. Il s'agit par conséquent de l'énergie solaire et des différentes formes d'utilisation de la biomasse à des fins énergétiques.

L'énergie solaire, particulièrement abondante dans la partie nord du pays, peut être envisagée pour la préparation d'eau chaude domestique, la réfrigération, la congélation et la climatisation ainsi que pour le séchage des légumes, des fruits et du poisson.

Dans les secteurs agricole, pastoral ou forestier, l'utilisation des résidus d'exploitation peut être envisagée pour la production d'agents énergétiques (biogaz, gaz pauvre, alcool éthylique ou méthylique) qui peuvent être utilisés pour la cuisson ou le chauffage, ou encore pour la production d'électricité. De telles installations sont particulièrement intéressantes lorsque les conditions locales ne se prêtent pas à l'installation de minicentrales hydroélectriques.

Compte tenu du développement probable de plusieurs installations utilisant les énergies renouvelables au cours des prochaines années, il importe que des techniciens soient formés dans le pays pour assurer la promotion de ces installations nouvelles, tenant compte des conditions particulières prévalant dans chaque cas. En outre, ces techniciens devront être à même de conseiller les futurs exploitants sur le fonctionnement, le conditionnement éventuel préalable des résidus utilisés ainsi que sur la maintenance des installations.

#### Résultats attendus

Au terme du projet, le Centre d'expérimentation et de formation pour la mise en valeur des énergies renouvelables sera réalisé, équipé et mis en exploitation dans le cadre de l'ISDR à M'Baïki.

Le Centre comprendra différents prototypes d'installations utilisant l'énergie solaire et la biomasse ainsi que les équipements techniques auxiliaires nécessaires au fonctionnement du Centre.

Sous la conduite d'un expert, assisté d'un technicien mécanicien électricien, le Centre assurera la formation d'étudiants Centrafricains ou étrangers à trois niveaux :

- cours de formation post-grade (3ème cycle) dans le domaine des énergies renouvelables et destiné à des candidats porteurs d'un diplôme universitaire (ingénieurs agricoles, des Mines, géologues, électriciens, mécaniciens etc). La durée de cette formation complémentaire serait de une année.
- formation d'agents techniques pour l'exploitation et la maintenance d'installations utilisant les énergies renouvelables. Ces cours sont destinés à des agents possédant bonne formation technique et qui seront appelés par la suite à prendre des responsabilités d'exploitation et maintenance de telles installations. Cette formation pourra porter sur une ou plusieurs technologies et la durée en sera adaptée au programme retenu dans chaque cas.
- stages de formation spécialisée de courte durée pour des techniciens expérimentés désireux d'acquérir des connaissances dans l'une des technologies développées au Centre.

#### Activités du projet

Le projet prévoit l'installation dans le Centre des équipements expérimentaux suivants :

- capteurs solaires de conception simplifiée se prêtant à la production d'eau chaude dans les conditions climatiques du Centrafrique
- panneaux solaires photovoltaïques avec batteries, équipement de réglage et instruments de mesure pour expérimenter l'alimentation autonome de différents équipements (réfrigérateurs en vue de la conservation des médicaments et vaccins dans les centres de santé en brousse, pompes à eau, radio-émetteurs et récepteurs, télévision en vue d'actions éducatives, relais de télécommunications, etc)
- installation à gazogène comprenant un générateur à pyrolyse pour la production de gaz pauvre à partir de déchets végétaux (bois, coques de café ou d'arachides, tiges de coton, etc.) avec équipement auxiliaire (épurateur, refroidisseur, filtres), un moteur à combustion interne adapté pour l'utilisation de gaz pauvre comme carburant et une génératrice pour la production d'électricité. Cette installation sera conçue de manière à permettre l'expérimentation de différentes formes de biomasse
- atelier comprenant un outillage de base et quelques machines-outils permettant d'effectuer des travaux de menuiserie, de mécanique, de construction métallique et d'électricité
- appareils de laboratoire et de mesure courants

- poste de développement et d'expérimentation de foyers améliorés permettant d'améliorer les conditions d'utilisation du bois pour la cuisson des aliments (rendement énergétique passant de 5 - 10 % pour les foyers traditionnels à près de 40 % pour les foyers améliorés).
- développement et mise au point de fours artisanaux pour la préparation du charbon de bois
- appareils de laboratoire et de mesure courants.

Une installation de biogaz est actuellement en cours de réalisation à l'ISDR et pourra être utilisée pour les besoins d'expérimentation et de formation du Centre dans ce domaine.

Le projet bénéficiera par ailleurs de l'importante infrastructure de l'Institut, partiellement sous-utilisée pour le moment, et en particulier de halles d'expérimentation, salles de classe, laboratoires, services administratifs et généraux de l'Institut.

L'installation du Centre sera réalisée selon les directives et sous la surveillance de l'expert qui en assurera ultérieurement la conduite.

L'enseignement scientifique et technique donné dans le cadre du Centre sera assuré par les experts avec la collaboration de professeurs de l'ISDR.

Des cours intensifs spécialisés pourront être donnés par des professeurs invités qui feront de brefs séjours dans le Centre.

Afin d'assurer la liaison du Centre avec les milieux nationaux concernés par ses activités et de formuler les programmes d'expérimentation et de formation, un Comité scientifique sera constitué. Ce Comité comprendra des représentants des Ministères de l'Energie, des Mines et de la Géologie, de l'Agriculture et de l'Elevage, des Eaux et Forêts et de l'Industrie ainsi que des représentants de l'Université de Bangui.

Structure d'accueil

Le projet sera placé sous l'égide du ministère de l'Education Nationale, de la Jeunesse et des Sports et réalisé dans le cadre de l'Institut Supérieur de Développement Rural - Université de Bangui à M'Baïki.

Budget

Le budget à prévoir pour la réalisation du Centre et son fonctionnement pendant la durée du projet peut être estimé à 800 000 US \$.

FICHE DE PROJET No 6

Titre du projet : Plan directeur en vue de l'élimination du gasoil pour la production d'électricité dans les centrales thermiques en République Centrafricaine

Localisation : Centres urbains secondaires

Durée : 1 année

Objectifs

- a) A long terme, la mise en oeuvre du plan directeur proposé permettra de produire de l'électricité dans les centres urbains secondaires sans qu'il soit nécessaire, dans ce but, d'utiliser des produits pétroliers pour l'alimentation en carburant des groupes électrogènes.
- b) A court terme, le projet permettra de définir, pour chacun des centres secondaires considérés, la solution technique la plus appropriée, compte tenu des ressources énergétiques locales et des prévisions de développement de la consommation, pour répondre à la demande des organismes publics, des industriels et artisans ainsi que d'abonnés particuliers.

Antécédents et justification

La production d'électricité en Centrafrique est actuellement orientée principalement vers la couverture des besoins de la capitale de Bangui. Les deux centrales hydroélectriques de Boali et les groupes thermiques de Bangui assurent la production correspondante.

Dans le reste du pays, neuf centrales thermiques comportant des groupes électrogènes diesel ( mis en service entre 1970 et 1981) assurent l'alimentation en électricité des centres urbains secondaires de Bouar, M'Baïki, Beroérati, Bambari, Bossangoa, Carnot, Bozoum, Mongoumba et N'Délé.

Une nouvelle centrale thermique a été inaugurée en automne 1982 à Bangassou. Plusieurs autres projets se trouvant à divers stades de réalisation sont prévus dans les centres de Sibut, Kaga-Bandoro, Boda et Mobaye.

La puissance totale de tous les groupes actuellement installés est de 4250 kVA (3400 kW). La puissance installée par centre va de 45 kVA (36 kW) à Bozoum et Ndélé à 1250 kVA (1000 kW) en deux groupes à Bouar.

Pour l'année 1981, la production totale des neuf centrales en service a été de 328 946 kWh (dont 187 085 kWh facturés) pour une puissance totale de 2600 kW. La production spécifique de l'ensemble de ce parc de centrales est ainsi de 126 kWh/kW, soit en moyenne sur l'année, 20 minutes de marche à pleine puissance par jour (au lieu de deux à quatre heures par jour selon le facteur de charge).

Par ailleurs, la consommation spécifique en gasoil de ces groupes est excessivement élevée, soit 420 g/kWh, c'est-à-dire 50 % de plus que la valeur normale.

Les mauvaises performances d'exploitation de ces centrales prises dans leur ensemble sont imputables à plusieurs causes, dont notamment :

- défaut d'approvisionnement en carburant
- manque de personnel qualifié et de pièces de rechange pour assurer la maintenance
- vétusté et usure de certaines installations
- fonctionnement à puissance partielle
- démarrages et arrêts fréquents.

Par ailleurs, la faible valeur du taux de facturation (moins de 60 % de la production facturée en 1981) et le coût élevé du carburant conduisent à des pertes d'exploitation considérables alors que les prestations sont médiocres. En effet, le prix de vente de l'énergie électrique dans les centres secondaires est de 66 frCFA hors taxe par kWh alors que le prix de revient rapporté au kWh facturé est de 475 frCFA (pour les groupes en service).

L'ensemble de ces considérations conduit à rechercher pour chacune de ces centrales, une solution technique de remplacement qui permette d'assurer la production d'électricité dans de bonnes conditions techniques et économiques et en s'affranchissant de la dépendance des produits pétroliers.

Les solutions retenues dans chaque cas devront non seulement être à même de couvrir les besoins des centrales actuelles qu'elles remplaceront (éclairage public, école, hôpital ou centre de santé, administration et quelques abonnés particuliers) mais aussi les gros consommateurs publics ou privés, notamment les industriels et les artisans qui, faute de mieux, se sont équipés de groupes électrogènes pour satisfaire leurs propres besoins.

#### Résultats attendus

Le projet doit conduire à l'établissement d'un dossier comportant un plan directeur de remplacement des groupes diesel actuellement utilisés pour la production d'électricité dans les centres urbains secondaires.

Dans chacun des douze centres à étudier, on déterminera le type de centrale le plus approprié aux conditions locales (minicentrale hydroélectrique, centrale à biomasse ou à gazogène), la puissance à prévoir pour satisfaire l'ensemble de la demande prévisible à dix ans par exemple, un aménagement par étapes successives restant généralement possible.

Une étude technico-économique préliminaire de l'aménagement proposé, avec esquisses sommaires, planning des travaux et devis estimatif prévisionnel sera établie. Cette étude préliminaire permettra d'apprécier l'opportunité de la réalisation ainsi que l'époque à laquelle cette réalisation sera justifiée. En conclusion de ces études préliminaires, une synthèse sera présentée sous la forme d'un plan directeur proposant l'ordre et le calendrier des réalisations.

Activités du projet

Se fondant sur l'inventaire des centrales thermiques en service en Centrafrique et sur leurs caractéristiques, un premier classement sera effectué en distinguant les installations vieilles et usagées et celles qui sont en bon état de marche. Un premier critère concernant l'urgence du remplacement de la centrale thermique pourra ainsi être établi.

Le cas de chaque centrale sera ensuite examiné isolément en considérant les aspects suivants :

- la demande d'énergie électrique et les prévisions de développement de cette dernière
- lorsque la centrale est en suffisamment bon état, examen de la possibilité d'utiliser un carburant de remplacement (bois pour gazogène ou machine à vapeur, biogaz, biomasse, déchets des cultures, plantations énergétiques)
- remplacement de la centrale thermique par une minicentrale hydroélectrique
- raccordement à un réseau voisin ou à une centrale suffisamment proche pour justifier l'établissement d'une ligne électrique
- choix et définition technique de la solution à adopter dans chaque cas. Estimation du coût des travaux et du prix de revient de l'énergie.
- détermination des priorités en fonction des critères technico-économiques et de la demande locale en énergie électrique.

L'ensemble des résultats de ces études seront consignés dans un dossier dont la teneur est décrite dans le paragraphe "Résultats attendus" ci-dessus.

Structure d'accueil

Le projet serait réalisé sous l'égide du ministère de l'Energie, des mines et de la Géologie, en collaboration étroite avec l'Energie Centrafricaine - EMERCA, par une société d'ingénieurs conseils.

Budget

Le coût de l'exécution du projet par une société d'ingénieurs conseils peut être estimé à 250 000 US \$.

FICHE DE PROJET No 7

Titre du projet : Utilisation des déchets de l'industrie forestière pour la production d'électricité en République Centrafricaine

Localisation : Nola (Sangha Economique), Entreprise Forestière des Bois Africains Centrafrique

Durée : deux années

Objectifs

a) A long terme, le projet est destiné à stimuler le développement économique de la région de Nola en mettant à la disposition de l'industrie forestière et de la communauté villageoise rurale des environs de l'énergie électrique produite à partir de déchets de bois.

La Sangha Economique connaît déjà une vie économique assez active grâce à l'exploitation forestière, à la culture du café et à l'exploitation du diamant. Les perspectives de développement de cette région sont importantes, notamment en raison du faible taux d'exploitation de la forêt et des possibilités considérables de développement qui subsistent encore dans ce secteur. L'électrification de cette région constitue certainement un stimulant à ce développement. Le projet proposé est une étape intermédiaire nécessaire pour atteindre un niveau économique suffisamment élevé et par conséquent une demande d'énergie assez forte pour justifier, à un stade ultérieur (10 ans par exemple), la mise en valeur des rapides de Yaméné sur la Kadéi, à environ 50 km au nord-ouest de Nola, par un aménagement hydroélectrique de grande puissance (aménagement possible jusqu'à 180-190 MW selon certaines études préliminaires). La réalisation, par étapes successives, de cet aménagement permettrait d'approvisionner en électricité les villes de Berbérati, Gamboula, Nola et éventuellement Salo.

La généralisation de ce procédé à l'ensemble des entreprises d'exploitation forestières du pays contribuerait à réduire les coûts d'exploitation dans cet important secteur industriel et améliorerait sa position sur le marché international des bois tropicaux.

Par ailleurs, le Gouvernement prévoit que nouvelles concessions d'exploitation forestière seront accordées au cours des prochaines années. Les cahiers des charges d'exploitation de ces nouvelles concessions pourront prévoir l'obligation d'utiliser les résidus d'exploitation pour la production d'électricité. Les expériences faites dans le cadre du présent projet apporteront les éléments d'appréciation nécessaires quant à la faisabilité, et à la fiabilité d'exploitation des groupes électrogènes à gazogène.

Ce projet s'inscrit par ailleurs dans la ligne d'une politique énergétique prônant la substitution des énergies renouvelables aux produits pétroliers utilisés jusqu'à présent. La réduction de consommation de ces produits affranchirait ce secteur industriel de la dépendance de l'étranger ainsi que des difficultés d'approvisionnement résultant de l'enclavement du pays et du mauvais état de son réseau routier. Enfin, il permettrait de réaliser des économies sensibles en devises fortes.

b) A court terme, le projet a pour but d'étudier et de réaliser une installation pilote de production d'électricité à partir des déchets de bois provenant de l'exploitation forestière par la technique de gazéification par pyrolyse (gazogène).

Cette installation qui serait la première réalisation industrielle de ce type en Centrafrique permettra de fournir de l'énergie électrique non seulement à l'usine d'exploitation forestière, mais aussi aux services publics, bâtiments et installations des environs immédiats (éclairage public, pompage de l'eau, centre de santé, dispensaire, maternité, école, bâtiments administratifs et habitations particulières).

Cette réalisation aura également le caractère d'une démonstration portant sur l'application, dans les conditions particulières du Centrafrique, d'une technologie qui a déjà fait ses preuves dans d'autres pays.

Les expériences acquises dans le cadre de la réalisation de ce projet pourront être ultérieurement transposées à d'autres exploitations forestières au pays.

#### Antécédents et justification

L'exploitation forestière en Centrafrique a débuté en 1947 dans les forêts situées dans le sud du pays. Cette activité s'est fortement développée et contribue actuellement de façon sensible au revenu national.

L'exploitation se fait de façon sélective et est limitée aux essences de haute qualité pour lesquelles il existe une demande importante sur le marché international.

Les exploitations procèdent à l'abattage des arbres. Ceux-ci sont ensuite débités dans des usines situées en forêt et qui procèdent aux opérations de sciage, déroulage et tranchage. Certaines entreprises fabriquent également des panneaux agglomérés.

Ces opérations mécaniques nécessitent une quantité importante d'énergie électrique qui est, le plus souvent, produite sur place, au moyen de groupes électrogènes utilisant du gasoil comme carburant.

Si la forêt centrafricaine est favorisée par la qualité de ses bois, elle se trouve fortement pénalisée par l'enclavement du pays. Cette situation conduit à un renchérissement des produits résultant du coût élevé du carburant qui est acheminé à grands frais à partir des ports de Matadi ou de Pointe-Noire en traversant le Zaïre ou le Congo. De même, le bois destiné à l'exportation doit être transporté jusqu'aux ports de l'Atlantique, ce qui entraîne à nouveau des frais considérables ainsi que des pertes non négligeables dues aux dégâts résultant de la durée et des conditions précaires du transport.

En cette période de récession mondiale, les cours des bois tropicaux ont fortement baissé et des stocks importants se sont constitués. Dans cette situation, le Centrafrique est particulièrement désavantagé par rapport aux pays forestiers voisins qui disposent d'un accès direct et plus proche à l'Océan.

L'utilisation des déchets de bois provenant de l'exploitation et qui ne peuvent actuellement être valorisés que dans une faible mesure contribuerait à améliorer cette situation.

En effet, ces déchets sont disponibles en quantité largement suffisante pour satisfaire aux besoins énergétiques de l'exploitation et constituent par ailleurs une source d'énergie renouvelable encore peu utilisée à l'échelon industriel et qui mérite d'être mise en valeur.

Le choix de l'entreprise EFBACA à NOLA pour la réalisation de cette installation pilote se justifie car cette importante entreprise dispose de l'infrastructure nécessaire pour accueillir un tel projet et est située dans une région dans laquelle l'électrification par un aménagement hydro-électrique ne pourra pas être envisagée avant de nombreuses années. Le prix élevé du carburant pétrolier continuera donc à peser lourdement sur les coûts de production tant qu'une solution permettant de s'affranchir de cette dépendance n'aura été mise en oeuvre.

#### Résultats attendus

Au terme du projet, une installation pilote constituant une centrale électrique utilisant les déchets de bois d'exploitation forestière par la technique de gazéification (gazogène) pour entraîner un groupe électrogène devra fonctionner de façon satisfaisante et démontrer ainsi la qualité de ce procédé et son adéquation aux conditions des exploitations forestières du Centrafrique.

Activités du projetDescription de l'installation

L'installation comporte deux groupes électrogènes comportant des moteurs spécialement conçus pour utiliser du gaz de bois (gaz pauvre de composition approximative : CO : 20-25 %, H<sub>2</sub> : 10-15 %, CH<sub>4</sub> : 0-4 %, CO<sub>2</sub> : 12-15 %, N<sub>2</sub> : 45-60 %, pouvoir calorifique : environ 5000 kJ/Nm<sup>3</sup>).

Le gaz est produit dans un générateur à pyrolyse alimenté en déchets de bois conditionnés à dimension appropriée et séchés. Il convient en effet de disposer de bois dont le degré d'humidité ne dépasse pas 20 %. En région de forêt tropicale il est donc nécessaire de sécher le bois. L'énergie nécessaire à cette fin est récupérée sur l'installation elle-même, c'est-à-dire que l'on utilise la chaleur provenant du refroidissement du gaz à la sortie du générateur ainsi que l'eau de refroidissement et les gaz d'échappement des moteurs.

L'installation à réaliser comporte ainsi les éléments suivants.

- équipement de conditionnement des déchets (hachoir, confection de copeaux)
- transporteur du bois conditionné
- séchoir du bois conditionné
- générateur à pyrolyse (gazogène) avec ses équipements auxiliaires (épurateur, refroidisseur, filtres, vannes)
- 2 moteurs à gaz
- 2 alternateurs
- équipement de commande et de réglage

Exécution du projet

S'agissant d'un projet à caractère essentiellement industriel et destiné à définir des solutions techniques qui pourront être transposées à plus grande échelle, dans la même ou dans d'autres entreprises, il importe que les études préliminaires touchant à la définition du projet ainsi qu'à ses conditions particulières, au choix des solutions techniques

et à leur mise en oeuvre ultérieure soient effectuées avec un soin tout particulier. C'est la raison pour laquelle deux phases du projet sont prévues et décrites brièvement ci-après :

1ère Phase : Etudes préliminaires

- définition des besoins énergétiques
- nature et quantités des déchets de bois disponibles
- définition des principales caractéristiques de l'installation
- avant-projet sommaire de l'installation, comprenant  
    planning des travaux et devis estimatif prévisionnel
- établissement des dossiers d'appel d'offres à l'intention des industriels soumissionnaires (spécifications techniques conditions générales de fourniture, conditions financières)
- évaluation des offres des soumissionnaires
- recommandation d'adjudication

2ème Phase : Exécution

- passation des commandes aux fournisseurs
- établissement d'un programme de réalisation définitif et contractuel
- exécution des travaux
- essais de fonctionnement et mise en service de l'installation par le fournisseur
- réception de l'installation

La 1ère phase du projet sera confiée à une société d'ingénieurs conseils. Celle-ci interviendra également pendant la 2ème phase du projet pour assurer le suivi des travaux, le respect du programme et du devis, la gestion financière du projet ainsi que la réception de l'installation.

structure d'accueil

S'agissant d'un projet touchant simultanément à l'exploitation forestière ainsi qu'à la production et à la distribution d'énergie électrique, il sera géré conjointement par le Ministère des Eaux, Forêts, Chasses, Pêches et du Tourisme et par le Ministère de l'Energie, des Mines et de la Géologie (ENERCA).

Budget

Le budget à prévoir pour ce projet dépend directement de la taille de l'installation retenue. Admettant, à titre préliminaire, une puissance de 500 kW, le budget à prévoir peut être estimé à 100 000 US \$ pour les prestations d'ingénieur conseil et à 1 000 000 US \$ pour le contrat de fourniture.

## FICHE DE PROJET NO 8

Titre du projet : Utilisation des résidus de la culture du café pour la production d'électricité en République Centrafricaine

Localisation : Coopérative de culture du café à Nola

Durée : 2 années

### Objectifs

a) A long terme, le projet est destiné à améliorer la rentabilité des coopératives de café en supprimant les frais de carburant (gasoil) pour la production de l'électricité nécessaire pour l'exploitation des cultures.

La généralisation du procédé à l'ensemble des coopératives régionales de culture du café en Centrafrique permettrait de réduire sensiblement les prix de revient dans cet important secteur agro-industriel et d'améliorer leur position sur le marché international du café. En outre, il contribuerait à réduire la consommation de produits pétroliers dans le pays, diminuant ainsi la dépendance de ce dernier vis-à-vis de ces produits tout en réduisant les dépenses en devises nécessaires pour leur acquisition.

b) A court terme, le projet a pour but de réaliser l'installation de pilote industriel pour la production d'électricité à partir des coques provenant du décorticage du café. Cette première installation réalisée en Centrafrique doit démontrer la validité de cette technique dans les conditions des coopératives de culture du café du pays.

### Antécédents et justification

Le café est la principale culture de plantation en Centrafrique et une des principales sources de revenu du pays. Les exportations de café de la campagne 1979-1980 ont porté sur près de 11 000 tonnes. Les actions entreprises dans la zone caféière, notamment sous l'égide de l'ADECAF, par l'encadrement fourni aux coopératives de production, ont permis de fixer un objectif de production de 14 000 tonnes à partir de 1984.

Le décorticage du café est effectué mécaniquement au moyen de machines entraînées par des moteurs électriques. L'électricité nécessaire pour cette opération et les autres besoins de l'exploitation est produite par des groupes électrogènes à carburant diesel (gasoil). Le coût élevé de ce carburant ainsi que les difficultés d'approvisionnement résultant de l'enclavement du pays et du mauvais état du réseau routier pèsent lourdement sur les prix de revient de la production caféière.

L'utilisation des coques de café, résidu du décorticage, pour la production d'électricité, permettrait de s'affranchir de la dépendance des produits pétroliers dans ce but.

Le projet prévoit l'utilisation des coques, matériau ligneux très sec et disponible en grande quantité, dans des générateurs de gaz pauvre (gazogène) pour alimenter un groupe électrogène dont le moteur est adapté pour utiliser ce gaz comme carburant.

Le choix de la coopérative de Nola pour la réalisation de cette installation pilote se justifie car elle est de taille moyenne (production de 275 tonnes pour la campagne 1980/81) et en rapide progrès depuis la récente intervention d'encadrement par l'ADECAF.

#### Résultats attendus

Au terme du projet, une installation pilote comportant un groupe électrogène (puissance : 100 kW, 125 kVA) et utilisant des coques de café par la technique de gazéification (gazogène) pour la production de carburant gazeux nécessaire pour l'entraînement du moteur du groupe, devra fonctionner de façon satisfaisante et démontrer ainsi la qualité de ce procédé et son adéquation aux conditions des exploitations caféières en Centrafrique.

## Activités du projet

### Description de l'installation

L'installation comporte un groupe électrogène comportant un moteur spécialement conçu ou adapté pour utiliser du gaz pauvre ( composition approximative : CO 20-25 %, H<sub>2</sub> : 10-15 %, CH<sub>4</sub> : 0-4 %, CO<sub>2</sub> : 12-15 %, N<sub>2</sub> : 45-60 %, pouvoir calorifique : environ 5000 kJ/Nm<sup>3</sup>).

Le gaz est produit dans un générateur à pyrolyse alimenté en coques de café maintenues à l'abri de l'humidité.

L'installation à réaliser comporte ainsi les éléments suivants :

- générateur à pyrolyse (gazogène) avec ses équipements auxilliaires (épurateur, refroidisseur, filtres, vannes),<sup>1/</sup>
- moteur à gaz pauvre
- alternateur
- équipement de commande et de réglage

### Exécution du projet

Dans un premier temps, une société d'ingénieurs conseils, travaillant en collaboration étroite avec l'exploitant, en l'occurrence l'ADECAF, établira un dossier d'appel d'offres à l'intention des industriels soumissionnaires ( spécifications techniques, conditions générales de fourniture, conditions financières).

Après évaluation des offres, cette société formulera une recommandation d'adjudication et préparera , au nom du Maître de l'Ouvrage et de l'Organisme assurant le financement, le contrat de fourniture, montage et mise en service de l'installation.

L'entreprise adjudicataire du contrat effectuera les prestations contractuelles en se conformant au programme des travaux et aux dispositions financières du contrat.

---

<sup>1/</sup>Une solution satisfaisante au problème de conditionnement des coques, par exemple sous la forme de briquettes, sera recherchée.

Structure d'accueil

Le projet sera réalisé dans le cadre du Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage, en collaboration étroite avec l'ADECAF et la Coopérative de Nola.

Budget

Le budget à prévoir pour la réalisation du projet peut être estimé à 250 000 US \$ pour le contrat de fourniture et 30 000 US \$ pour le mandat d'ingénieurs conseils.

Remarque

Le choix d'une autre coopérative de café que celle de Nola pourrait être fait sans rien enlever à la valeur du projet.

FICHE DE PROJET No 9

Titre du projet : Installation pilote de pompage d'eau souterraine alimentée par des cellules solaires photovoltaïques

Localisation : Parc présidentiel d'Awakaba

Durée : une année

Objectifs

a) A long terme, le projet a pour but de développer une technologie éprouvée pour procurer de l'eau de bonne qualité (potable) pour satisfaire les besoins des populations rurales du nord du Centrafrique.

b) A court terme, le projet a pour objectif de démontrer la faisabilité technique et économique du pompage de l'eau utilisant la conversion de l'énergie solaire en électricité au moyen de cellules photovoltaïques dans les conditions d'ensoleillement du nord du Centrafrique

Antécédents et justification

Les eaux de surface sont abondantes dans le nord du Centrafrique, mais il s'agit d'eaux fortement polluées qui sont pour une part importante responsables des mauvaises conditions de santé et d'hygiène de la population.

Actuellement, pour obtenir de l'eau potable, certaines populations doivent parcourir de grandes distances, sans que la qualité puisse même être assurée dans tous les cas. De l'eau de bonne qualité peut être obtenue autrement au moyen d'installations de purification (filtres) qui sont coûteuses et délicates et demandent une attention et une maintenance continues.

Dans la mesure où il existe des nappes d'eau souterraine accessibles toute l'année à profondeur relativement faible (20 ou 30 m), l'utilisation d'un groupe moto-pompe alimenté en électricité par des cellules photovoltaïques constitue

une solution économique intéressante dans les localités isolées et dépourvues d'autres sources d'énergie.

Les conditions d'ensoleillement sont favorables pour cette application dans le nord du pays, même pendant la saison des pluies (mi-juillet à mi-novembre) où les chutes de pluie alternent avec des périodes d'ensoleillement intense.

Des conditions favorables se trouvent ainsi réunies pour réaliser des installations de ce type dans la région proposée.

La proposition de placer cette première réalisation dans le Parc présidentiel d'Awakaba est justifiée par l'existence à cet endroit d'une infrastructure favorable pour l'exploitation, la surveillance et l'entretien de cette installation pilote. La présence continue de personnel qualifié sur place permettrait également de connaître les performances exactes de l'installation.

Par ailleurs, malgré l'éloignement de Bangui, l'accès au Parc présidentiel est relativement aisé grâce aux liaisons aériennes assurées assez fréquemment par des avions militaires.

#### Résultats attendus

Au terme du projet, une installation de pompage de l'eau souterraine utilisant l'énergie solaire pour la production d'électricité au moyen de cellules photovoltaïques devra fonctionner de façon satisfaisante et démontrer la valeur d'installations de ce type pour assurer l'alimentation en eau potable de petites collectivités rurales ne disposant pas d'autres sources locales d'énergie.

#### Activités du projet

Il s'agira tout d'abord de rechercher un point d'eau (forage ou puits) si possible existant et qui pourrait être équipé d'une pompe alimentée par l'énergie solaire.

Sur la base des conditions d'ensoleillement connues par les mesures et les relevés effectués par la Météorologie Nationale et l'ASECNA, un dossier d'appel d'offres comprenant les spécifications techniques, les performances attendues de l'installation et les conditions commerciales et financières concernant la fourniture, le montage, la mise en service,

la maintenance et la formation du personnel, sera préparé par une société d'ingénieurs conseils. Celle-ci sera ensuite chargée d'évaluer les offres de industriels soumissionnaires et de formuler des recommandations d'adjudication du contrat (ou des contrats) d'entreprise.

L'ingénieur conseil assurera le suivi du projet jusqu'à la mise en service et la réception de l'installation.

Dans la conception de ce projet, on part de l'idée que le point d'eau à équiper existe déjà ou pourra être créé pour le projet, mais indépendamment de ce dernier. De façon générale, les travaux d'infrastructure et de génie civil seront effectués indépendamment du projet et pourraient constituer une contribution du pays à sa réalisation.

#### Structure d'accueil

S'agissant d'un projet relevant du génie rural, il sera placé sous l'égide du Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage et sera exécuté dans le cadre d'une collaboration étroite instituée entre la Direction du Génie Rural, la Direction du Parc présidentiel d'Awakata et la société d'ingénieurs conseils chargé du projet.

#### Budget

Le budget à prévoir pour l'exécution de ce projet peut être estimé à 60 000 US \$ pour les prestations de l'industriel adjudicataire des travaux et de 30 000 US \$ pour les prestations d'ingénieur conseil.

Les travaux d'infrastructure et de génie civil ainsi que la création éventuelle du point d'eau ne sont pas compris.

## ANNEXE 1

### PROGRAMME DE REHABILITATION ET DE DEVELOPPEMENT DE L'ENERCA

#### 1. Programme de réhabilitation

##### 1.1. programme d'urgence

Remise en état à coût minimum des installations électriques de production, de transport et de distribution et réorganisation de la gestion. Cette phase comprend l'extension des groupes de secours thermiques de 5 MW.

##### 1.2. Réhabilitation proprement dite

Remise en état de l'ensemble des installations et en particulier des centrales hydrauliques de Boali.

#### 2. Programme de développement

##### 2.1. Production

Extension de Boali 2 de 10 à 20 MW et création d'un bassin de compensation, retenue de régularisation permettant d'augmenter la puissance disponible en période d'étiage.

Réalisation de l'aménagement de la Lobaye, pour lequel une étude de préfaisabilité a été faite en 1977. Le site de Lotemo (120 km de Bangui) permet la réalisation d'un aménagement de 24 MW et une production annuelle de 140 GWh/an

##### 2.2. Formation du personnel

Création d'un centre de formation professionnel du personnel de l'ENERCA.

##### 2.3. Assistance technique

Mise à disposition de personnel technique en vue de la réalisation du programme de réhabilitation et de développement.

3. Aspects financiers

Les coûts des différentes parties du  
ci-dessus ont été estimés comme suit :

Programme de réhabilitation

- Evaluation	2 500 000 FF	125	ons fr CFA
- Programme d'urgence		1 400	
- Réhabilitation proprement dite		5 000	

Programme de développement

- Boali	étude	430	
	travaux	18 000	
- Lobaye		pas défini	

Formation

- Bâtiment et équipement		450	
--------------------------	--	-----	--

Assistance technique

- Mise à disposition de personnel			
-----------------------------------	--	--	--

## ANNEXE 2

### COMPLEXE AGRO-INDUSTRIEL SUCRIER A BAMBARI

Un contrat a été signé en octobre 1982 pour la réalisation en Centrafrique d'un complexe agro-industriel par le groupe AGRO TECHNIP.

Ce complexe sera implanté à Bambari.

Les développements récents de la technique sucrière permettent la réalisation, dans des conditions économiques acceptables, de complexes de relativement faible capacité<sup>1/</sup>.

Dans un premier temps, la réalisation envisagée prévoit une capacité permettant de couvrir les besoins nationaux, soit actuellement 6000 t/an environ. Suivant les résultats obtenus et en fonction du développement de la consommation, l'installation d'une seconde unité de capacité similaire pourrait intervenir vers 1990.

Du point de vue énergétique, les complexes sucriers présentent la particularité d'être pratiquement autarciques (auto-suffisants) en ce sens que l'énergie nécessaire au processus industriel (vapeur et électricité) peut être produite par combustion des résidus d'exploitation (bagasse).

Par ailleurs, il est possible de produire de l'alcool éthylique (éthanol) à partir de canne à sucre ou de résidus d'exploitation sucrière (bagasse et mélasse).

A moyen terme, les débouchés sur le marché centrafricain du sucre étant limités, par exemple 10 à 15 000 t/an dans une dizaine d'années, un excédent de production ainsi que les résidus de culture et de raffinage pourraient être utilisés pour la production d'alcool.

Sachant que la mélasse représente environ 3 à 4 % de la production de cannes et que l'on peut produire 250 à 300 litres d'alcool par tonne de mélasse, une production supplémentaire de 1000 t de canne à sucre permettrait d'obtenir 10 000 litres d'alcool.

---

1/ On considérait jusqu'à présent que la capacité minimale d'une usine était de 25 000 tonnes par an

Cet alcool peut être utilisé pour les besoins médicaux et alimentaires. Il peut aussi constituer un carburant pour l'alimentation des moteurs à essence. L'alcool peut être mélangé à l'essence jusqu'à concurrence de 20 % sans qu'il soit nécessaire d'apporter de modifications aux moteurs et sans réduction sensible des performances. Moyennant certaines modifications apportées aux moteurs, il peut être utilisé à l'état pur. Cette ressource en carburant, qui constitue une énergie renouvelable, peut contribuer à réduire les difficultés d'approvisionnement en carburant et les charges financières correspondantes, particulièrement lourdes dans les régions enclavées du Centrafrique.

## REFERENCES

1. Energie, Economie et Perspective. Prof. A. Gardel  
Pergamon Press Ltd 1979
2. Zentralafrikanische Republik, Wirtschaftliche  
Entwicklung 1980. BFAI Markt-Information
3. Annuaire des statistiques mondiales de l'énergie 1980.  
Nations Unies, New York 1981
4. Conférence des Nations Unies sur les pays les moins  
avancées. Réunion de consultation par pays. Mémoire de  
la République Centrafricaine. Nations Unies 1981.
5. Présentation de l'ENERCA, Ministère de l'Energie, des  
Mines et de la Géologie, Août 1981
6. Centres urbains secondaires. Rapport interne ENERCA, 1982.
7. Rapport interne TOCAGES
8. Centre régional d'énergie solaire pour les pays de la  
CEAO. UNESCO, 1979.
9. Les ressources minières. J.-E. Tèya. Directeur Général  
de l'Energie, des Mines et de la Géologie. Mossoro,  
21 - 27 juin 1982
10. La recherche pétrolière à Birao. Mossoro, 14 - 20 juin 1982
11. Länderkurzbericht Zentralafrikanische Republik, April 1981.
12. Assessment of forest resources and wood processing  
industries in selected African countries. Albert Mazel  
UNIDO Consultant (ID/WG.373/1.1982)
13. "Le Bois", Le Monde Rural No 6, janvier-février-mars 1982.
14. Développement rural. Lt.Col. Alphonse Gambadi. Ministre  
d'Etat charge de l'Agriculture et de l'Elevage. Mossoro  
1er septembre 1982.
15. Considérations préliminaires concernant le potentiel  
hydroénergétique théorique des cours d'eau des bassins  
sangha - Mambéré, Looaye et M'poko de la République  
Centrafricaine. Institut pour Etudes et Projets Hydro-  
électriques, Bucarest 1972.
16. Etude d'intégration de la microhydraulique. Rapport No 1  
Etude du choix de site. République Centrafricaine.  
ORGATEC, Dakar, Sénégal, novembre 1981.
17. Programme National d'Action 1982-1985, 1er septembre 1982  
Haut Commissariat attaché à la Présidence, chargé du Plan  
et de la Coopération Economique et Financière.

