

# CHAPITRE 1

## CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

### 1.1. Introduction

#### *Données générales*

Situé en Afrique centrale, au fond du golfe de Guinée, le Cameroun s'étend entre les latitudes 1°40 et 13°05 au nord de l'équateur et les longitudes 8°30 et 16°10 à l'est. Cette extension en latitude lui confère un climat très varié. Les deux extrêmes sont :

- le climat équatorial humide dans la zone du littoral avec 2 saisons de pluie par an et une pluviométrie de 2000 à 10000 mm,
- le climat semi-désertique dans la partie nord du pays avec une pluviométrie de 600 à 900 mm

Les intermédiaires sont observés à l'ouest, le plateau central et la zone de transition autour de la capitale. Cette diversité du climat influence la disponibilité des ressources en biomasse et en cours d'eau.

#### *Démographie*

La population du Cameroun en 1997 était estimée à environ 14 millions d'habitants, dont 62% en zones rurales et périurbaines, inégalement répartie sur une superficie de 475.000 km<sup>2</sup>. La densité variait en 1987/1988 de 4,5 habitants/km<sup>2</sup> pour la province de l'Est à 109 habitants/km<sup>2</sup> pour la province de l'Ouest.

Les deux métropoles Douala et Yaoundé abritent environ 3,18 millions d'habitants, soit 23% de la population totale ou 59% de la population urbaine. La croissance démographique est rapide (l'estimation varie selon les sources entre 3 et 3,8% par an). On note une grande concentration (3/4 de la population vivent sur le 1/3 du territoire). Les projections démographiques du Ministère des Affaires Economiques, de la Programmation et de l'Aménagement du Territoire font ressortir que la population totale du Cameroun atteindra 23.187.400 habitants en l'an 2010.

#### *Niveau d'électrification*

En 1997, 259 villes et 1690 localités rurales étaient électrifiées et on recensait 12000 localités non électrifiées parmi lesquelles 1 préfecture sur 58, 80 sous-préfectures sur 269 et 39 districts sur 53. Des localités non électrifiées, 77 ont une population comprise entre 5000 et 20000 habitants, 9000 ont une population comprise entre 200 et 5000 habitants. Le taux d'électrification est de 25% au plan national et de 46% en zones urbaines. Il varie en zone rurale de moins de 1% pour la province de l'Adamaoua à près de 12% pour la province du Sud comme l'indique le tableau 1.1.

Selon le Plan Energétique National 1990-2010, la demande d'électricité pourrait atteindre 7000 GWh en 2010 (Girod, 1994). Cependant, tout accroissement de la production énergétique doit se soucier de garantir la viabilité à long terme du système général dans lequel il s'inscrit. Ceci suppose que le système doit tendre vers un équilibre dynamique.

Les défis auxquels est confrontée AES-SONEL sont semblables à ceux de toutes les compagnies d'électricité dans les autres pays émergents à travers le monde.

|                                                             | CENTRE  | SUD    | LITTORAL | EST    | OUEST   | N-OUEST | S-OUEST | ADAMAOUA | NORD    | EXT-NORD | TOTAL    |
|-------------------------------------------------------------|---------|--------|----------|--------|---------|---------|---------|----------|---------|----------|----------|
| Pop. Totale                                                 | 2247786 | 436379 | 1866319  | 707314 | 1693418 | 1532148 | 1101360 | 662907   | 1373691 | 2405747  | 14027069 |
| Pop. Rurale                                                 | 1053557 | 314941 | 358011   | 498364 | 1148233 | 1196441 | 761060  | 423755   | 986473  | 1930355  | 8671190  |
| Nombre de localités                                         | 2312    | 1251   | 765      | 1145   | 1048    | 541     | 964     | 584      | 1448    | 3257     | 13315    |
| Localités rurales<br>200<population<5000                    | 1540    | 587    | 418      | 751    | 1155    | 1151    | 611     | 417      | 732     | 1638     | 9000     |
| Localités rurales<br>électrifiées                           | 405     | 416    | 145      | 42     | 379     | 96      | 108     | 13       | 22      | 67       | 1693     |
| Localités rurales non<br>électrifiées                       | 1135    | 171    | 273      | 709    | 776     | 1055    | 503     | 404      | 710     | 1571     | 7307     |
| Localités potentielles<br>à électrifier<br>(interconnexion) | 451     | 159    | 172      | 316    | 283     | 165     | 179     | 114      | 117     | 296      | 2252     |
| Nombre d'abonnés<br>ruraux                                  | 14000   | 7830   | 7245     | 1320   | 11880   | 5800    | 3720    | 480      | 1040    | 2440     | 55755    |
| Taille des ménages                                          | 5,24    | 5,02   | 4,47     | 5,08   | 5,7     | 6,88    | 5,88    | 4,99     | 4,85    | 5,13     | 5,32     |
| Taux d'accès (zone<br>rurale)                               | 6,96%   | 12,48% | 9,05%    | 1,35%  | 5,90%   | 3,34%   | 2,87%   | 0,57%    | 0,51%   | 0,65%    |          |

**Tableau 1.1 : localités électrifiées (état 1997)**

[Source : SONEL (données erronées pour l'ouest et nord-ouest)]

### **Problématique**

Bien que les références soient anciennes faute de statistiques récentes, la situation ne s'est guère améliorée. Au contraire, le Cameroun connaît depuis quatre ans une crise énergétique profonde due à l'insuffisance des capacités de production et la demande croissante en électricité. Cette crise s'est traduite depuis 1999 par des délestages fréquents de janvier à juin. Le Cameroun, connaît en effet une grande croissance de la demande en énergie qui, comme dans la plupart des pays en développement, est liée à celle de la population qui éprouve le besoin d'améliorer son niveau de vie. Cet accroissement est estimé à une moyenne annuelle d'environ 3,8% pour les trois prochaines décennies (IEA, 1996). Le Cameroun doit par conséquent accroître sa consommation énergétique s'il veut assurer les conditions de son développement. Pour satisfaire cette expansion des besoins énergétiques, de nombreux investissements associés à une politique énergétique adéquate sont nécessaires, tant pour la construction de nouvelles unités de production que pour l'amélioration et l'extension des réseaux de transport et de distribution. La question de fond est de savoir comment cet accroissement indispensable devrait s'effectuer : selon quelles modalités, quels rythmes, et suivant quels choix ?

Dans les conditions économiques actuelles, les subsides à l'investissement deviennent incertains et ne vont cesser de décroître (D.Anderson, 1996), aggravant ainsi les difficultés à mobiliser les financements indispensables pour construire des systèmes énergétiques cohérents et les approvisionner. Ce déficit de financement se matérialise aujourd'hui par la vétusté des installations de production et du réseau électrique entraînant depuis quelques années un rationnement de l'approvisionnement des populations en électricité, principalement pendant les mois de faible hydraulité (janvier-mai). La problématique de l'électrification des zones rurales et ses conséquences sur l'intégration sociale de ses populations restent pourtant, dans l'avenir, un enjeu majeur si le pays veut évoluer vers un développement durable. La Commission mondiale sur l'environnement et le développement définit le développement durable comme étant "*le développement qui satisfait aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs besoins*". Ainsi, la recherche d'une voie de développement durable impose trois conditions à remplir simultanément :

- l'amélioration de la qualité de la vie ;
- le maintien d'un accès permanent aux ressources naturelles, qu'elles soient renouvelables ou non-renouvelables ;
- la réduction des émissions de déchets ou de polluants de manière à éviter tous dégâts environnementaux persistants.

Il y a donc lieu d'envisager une décentralisation de la production d'électricité basée sur les techniques des énergies renouvelables, l'accroissement de la production n'étant pas sans conséquence sur l'environnement. Seulement, les bases d'une telle stratégie énergétique doivent être économiquement efficaces, socialement équitables, environnementalement viables et contribuer à la réduction des disparités.

La dimension économique de l'énergie est basée sur les services rendus. Fournir les mêmes services avec moins d'énergie ou encore plus de services avec la même quantité d'énergie sera avantageux en termes d'environnement et de durabilité. Les besoins énergétiques sont multiples et jouent un rôle important dans des projets de développement industriel, d'agriculture, de santé, de promotion sociale qui ne sont pas à priori des projets énergétiques. Il est alors important d'identifier dans les projets les composantes énergétiques et de les aborder aussi bien selon les critères de durabilité énergétique que du moindre coût sur leur cycle de vie.

Les implications sociales de l'énergie dépendent de son mode de production, de distribution et d'utilisation. Elles comprennent l'effet de l'énergie sur la démographie et la croissance de la population, sur son bien-être, sur la promotion de la femme, sur l'éducation et la lutte contre la malnutrition, sur l'emploi, l'investissement, la déforestation et la désertification, sur l'investissement et les échanges extérieurs, sur la paix et la sécurité nationale, etc.

En ce qui concerne les effets environnementaux et climatiques, les émissions dues à la transformation et l'utilisation de l'énergie constituent la cause principale de la pollution atmosphérique - particulièrement dans les centres urbains et la qualité de l'air dans les maisons des zones rurales - et contribue à la pollution des sols et de l'eau (pluies acides). Ces problèmes environnementaux sont au Cameroun source de maladies, de problèmes économiques et de dégradation de la qualité de vie.

#### *a) Pourquoi les énergies renouvelables ?*

Les sources d'énergies renouvelables telles le vent, le soleil, les fleuves et la biomasse captent l'attention aussi bien dans les pays développés que dans les pays en développement. Ce type d'énergies offre particulièrement aux pays en développement (PED) la possibilité d'accroître leur approvisionnement en énergie de manière autonome au niveau national et local en bénéficiant des retombées économiques et sociales. Sur le plan technologique, la compréhension et l'exploitation des énergies renouvelables s'améliorent sans cesse. En effet, les tendances actuelles montrent que les technologies des énergies renouvelables ont connu d'énormes progrès pendant les dernières décennies. Parallèlement, les coûts baissent rapidement et même s'ils n'atteignent pas encore les seuils escomptés, beaucoup d'énergies renouvelables, dans certaines conditions tendent vers une viabilité économique. Le photovoltaïque est fonction de conditions d'ensoleillement favorables, la biomasse, la micro-hydraulique, l'éolien pourraient devenir compétitifs et économiquement viables, en particulier quand on les compare à d'autres techniques de production décentralisée d'électricité (groupes électrogènes, batteries, etc.). Une des particularités des énergies renouvelables est la possibilité de produire à partir des ressources locales pour satisfaire les besoins énergétiques locaux. La modularité des niveaux de puissance leur procure un avantage particulier dans les applications telles que l'électrification rurale décentralisée. Les récents développements du

solaire au Maroc, des applications de la biomasse-énergie en Inde montrent qu'associées à des volontés institutionnelles, les énergies renouvelables offrent un champ considérable pour un développement soutenable.

Les progrès technologiques à eux seuls ne suffiront pas à casser les barrières non techniques qui freinent la pénétration des énergies renouvelables dans le marché de l'énergie, qui comme la plupart des innovations, souffrent d'un manque de confiance de la part des décideurs (politiques et économiques) et des utilisateurs, ceci étant dû à la non-familiarisation et la résistance "naturelle" au changement. Depuis la conférence de Kyoto, la prise de conscience des problèmes environnementaux favorise de plus en plus l'acceptation de l'usage des énergies renouvelables. Ceci accentue la nécessité de mener des recherches approfondies d'une part pour estimer le potentiel de chaque source d'énergie renouvelable en vue de satisfaire les besoins futurs, d'autre part pour mettre en évidence les bénéfices socio-économiques et environnementaux.

Le protocole de Kyoto est d'autant plus important qu'il met en place plusieurs mécanismes de flexibilité (Emissions Trading, Joint Implementation, Clean Development Mechanism) dont le troisième constitue clairement une nouvelle source de financement des projets de développement contribuant à la réduction des émissions des gaz à effet de serre dans les pays de l'Annexe II. Le protocole de Kyoto définit deux catégories de pays : ceux de l'annexe I d'une part constitués de pays industrialisés et qui se sont engagés à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre (GES) à un certain niveau par rapport à 1990, ceux de l'Annexe II en général les pays en développement qui n'ont aucune contrainte de réduction dans la phase 2008-2012. Parmi les projets éligibles, les projets de production d'énergie à partir des sources renouvelables peuvent être classés dans la catégorie des « *small scale projects* ». Il est important de préciser que le protocole ne sera appliqué que lorsque les pays de l'Annexe I totalisant 55% des émissions l'auront ratifié.

#### *b) Objectifs*

Dans une approche multidisciplinaire, les objectifs poursuivis par cette recherche sont :

- l'identification et la caractérisation des technologies les plus adaptées au contexte camerounais,
- le développement des scénarios de contribution des énergies renouvelables à la production d'électricité,
- et l'évaluation des retombées environnementales et sociales.

Pour atteindre ces objectifs, nous procéderons à l'analyse et à l'étude comparative des technologies de production d'électricité dans le contexte camerounais (potentiel, contraintes, performance, adaptation, rentabilité). Nous développerons une méthodologie de certification environnementale qui sera appliquée aux filières envisagées et introduirons la notion de filière de référence selon les critères du protocole de Kyoto et quantifierons pour chaque filière les émissions évitées par rapport à la référence. Ensuite un modèle d'évaluation sera élaboré et servira à analyser les projets et programme d'électrification en intégrant les aspects environnementaux, économiques et sociaux. Enfin, en tenant compte des potentiels estimés pour chaque type de ressources, des coûts associés, des avantages environnementaux procurés et du développement des besoins dans le futur, nous analyserons divers scénarios de contribution des énergies renouvelables dans le développement durable du secteur énergétique au Cameroun.

## **1.2. Présentation générale du secteur énergétique du Cameroun**

### **1.2.1. Cadre institutionnel**

La présidence de la république coordonne les activités du secteur et plus particulièrement celles relatives aux hydrocarbures. Le sous-secteur de l'électricité au Cameroun a fonctionné en monopole public jusqu'en 1998 et se composait d'une seule entreprise, la Société Nationale d'Electricité (SONEL), en charge de la production, du transport, de la distribution et de la gestion des ressources électriques.

Le secteur électrique est placé sous la tutelle du ministère des mines, de l'eau et de l'énergie (MINMEE), qui conçoit, élabore et veille à l'exécution de la politique énergétique du pays. Cette structure est basée sur l'opinion selon laquelle l'électricité est un bien stratégique, de propriété publique et la population a le droit d'être alimentée au plus bas prix.

Les prix et tarifs de l'énergie sont fixés par le ministère du développement industriel et commercial (MINDIC).

On observe une restructuration du secteur visant à l'ouverture de la production et de la distribution aux capitaux et investissements privés. Une nouvelle loi (loi n° 98/022 du 24 décembre 1998) régissant le secteur de l'électricité a été votée au parlement et complétée par le décret n° 2000/464 PM du 30 juin 2000. Cette restructuration fait apparaître deux nouveaux acteurs placés sous la tutelle du ministère de l'énergie :

- l'agence de régulation du secteur de l'électricité (Décret présidentiel N° 99/125 du 15 juin 1999) avec pour mission d'assurer la régulation, le contrôle et le suivi des activités des exploitants et des opérateurs du secteur de l'électricité ;
- l'agence d'électrification rurale (AER) (Décret n° 99/193 du 8 septembre 1999), chargée de la promotion de l'électrification rurale. A ce titre, elle accorde aux opérateurs et aux usagers l'assistance technique et éventuellement financière, nécessaire au développement de l'électrification rurale.

Suite à la restructuration, la SONEL a été privatisée, l'Etat camerounais cédant 56% (dont 5% à rétrocéder aux employés) des parts sociales au groupe international AES et l'entreprise AES-SONEL est née en 2001. La concession prévoit :

- **production** : de 20 ans sur les installations existantes (environ 845 MW) et droits exclusifs (pour un total de 1000 MW) pour les besoins d'une production supplémentaire inférieure à 30 MW. AES-SONEL reste l'unique acheteur pour une production supplémentaire par des tiers,
- **transport** : 20 ans sur les lignes existantes et servitude de passage pour les nouvelles lignes,
- **distribution** : droit exclusif pour une période de 20 ans sur la basse tension (BT) dans toutes les villes et les grands villages, et de 5 ans sur la moyenne tension (MT) et la haute tension (HT).

### **1.2.2. Ressources énergétiques**

**Pétrole** : la production est en baisse du fait de l'épuisement des gisements. Les mesures incitatives prises par l'Etat en faveur des gisements marginaux ont permis en 1997 de porter la production nationale à 101.000 barils par jour. Le taux d'exportation est passé depuis 1994 à moins de 65% alors qu'il a été de 97% en 1991 et 1992, ce qui montre une augmentation de la demande interne.

**Hydroélectricité** : avec des précipitations de 500 à 10.000 mm par an, le Cameroun est un pays largement humide et dispose du second potentiel hydroélectrique (294 TWh) d'Afrique après le Congo (environ 1000 TWh). Compte tenu de sa position géographique favorisant des conditions hydrologiques exceptionnelles, le potentiel exploitable dans de bonnes conditions est important : 19,7 GW pour un productible moyen de 115 TWh par an. L'atlas du potentiel hydroélectrique réalisé en 1983 a répertorié 112 sites de plus de 10 MW dont 59 ont fait l'objet d'esquisses d'aménagement. La petite hydroélectricité est le terme avec lequel nous allons désigner les sites hydroélectriques susceptibles de garantir une puissance de production inférieure à 10MW. Dans cette catégorie, l'inventaire des sites exploitables au Cameroun, bien que très incomplet parce que principalement réalisé dans les provinces de l'Est et de l'Ouest, donne un productible de 1119 GWh. La micro ou pico-hydroélectricité est aussi très présente au Cameroun. Elle concerne les puissances de production de 20 à quelques centaines de kW. Une étude devrait être menée pour évaluer son potentiel, sans doute très important. Malgré cette grande disponibilité des ressources hydrauliques, l'électricité constitue aujourd'hui au Cameroun un réel problème. Elle ne garantit pas le fonctionnement régulier des industries qui s'y trouvent (surtout en basse tension), sans parler de celles qui voudraient s'y développer ou s'y installer, mais ne peuvent disposer de cette ressource fondamentale. Le ratio de valorisation des ressources hydroélectriques (3,67% du potentiel techniquement équipable) est inférieur à la moyenne africaine qui est de 5,4% d'un potentiel brut de 6300 GW (1992).

**Biomasse** : les ressources en bois-énergie sont importantes, bien que très inégalement réparties sur le territoire national :

- les  $\frac{3}{4}$  du territoire (de l'Adamaoua au Sud) correspondent à des zones de fortes potentialités de production de bois et de biomasse, environ 25 millions d'hectares de forêts dont 70% de forêts tropicales, 24% de savanes boisées et arbustives denses et 6% de forêts claires ;
- les provinces du Nord et de l'Extrême-Nord sont arides et connaissent une crise de bois de feu et de désertification avec des conséquences néfastes sur le climat, l'agriculture et l'alimentation en eau. C'est ainsi qu'en janvier 1991, 90% des récoltes ont été perdus et 1/3 de la population a souffert de pénurie alimentaire.

Le potentiel en déchets agro-industriels et biomasse non-forestière est très important mais reste très peu exploité dans les industries de bois pour l'auto-production d'énergie et de conditionnement du riz, dans les fermes agro-pastorales, les abattoirs et certaines industries polluantes comme les brasseries pour la production du biogaz.

L'ensemble des résidus forestiers, agro-industriels et agricoles est estimée à environ 7,5 Mtep.

**Solaire** : de par sa position géographique, le Cameroun connaît un ensoleillement important qui améliore de fait la production énergétique des cellules photovoltaïques. Dans le sud, on mesure une insolation de 4 kWh/j/m<sup>2</sup> et dans le nord 6 kWh/j/m<sup>2</sup>, soit une moyenne de 5 kWh/j/m<sup>2</sup> qui, extrapolée sur le tiers de la superficie totale du pays, donne un potentiel technique journalier de 800 TWh.

**Eolien** : Dans les provinces du Nord et de l'Extrême-Nord, des vitesses moyennes de vent variant entre 0,85 et 4,62m/s ont été enregistrées. Ce qui laisse penser qu'une exploitation de l'énergie éolienne est envisageable, ne serait ce que pour les besoins de l'agriculture et de l'élevage.

On peut conclure que le problème au Cameroun n'est pas une limitation des ressources, mais un problème de valorisation attribuable aux difficultés de financement du secteur d'une part et de la politique énergétique d'autre part.

### 1.3. Analyse du secteur de l'électricité

#### 1.3.1. Production

La production d'électricité au Cameroun est assurée principalement par des centrales hydroélectriques et des centrales thermiques. La puissance totale installée en 2002 est 847 MW dont 720 MW en hydraulique (85%) et 127 MW en thermique (15%). La production totale de l'exercice<sup>1</sup> 96/97 s'est élevée à 3013,5 GWh, avec une croissance de 6,7% par rapport à l'exercice antérieur. La quantité d'énergie transportée et livrée aux postes MT a augmenté de 9,5% dans le réseau sud et de 4,8% dans le réseau nord.

##### a) La production hydroélectrique

La production hydroélectrique repose sur trois aménagements :

1) **EDEA (264 MW)**

2) **SONG-LOULOU (384 MW)** : 8 groupes de 57000 kVA, soit 48450 kW

3) **LAGDO (72MW)** : 4 groupes de 18000 kW

L'exploitation optimale des centrales d'Edéa et de Songloulou en saison sèche nécessite une régularisation du débit de la SANAGA, assurée par les barrages réservoirs MBAKAOU ( $2,6 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>), MAPE ( $33,3 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>) et BAMENDJIN ( $1,7 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>). En tout, le parc hydraulique comprend 9 grands barrages (H>15mètres) dont 5 exclusivement réservés à la production électrique, 3 pour la distribution d'eau et un barrage mixte. Etant donné le climat sec dans la partie septentrionale du pays, les apports d'eau instantanés sont souvent insuffisants au barrage de Lagdo et l'exploitation de la centrale dans les conditions relativement satisfaisantes n'est possible que grâce à de l'eau stockée dans les réservoirs lors des rares saisons de pluies. Il est donc prévisible que dans un avenir pas très lointain, cette centrale ne puisse plus satisfaire la demande électrique de base du réseau Nord, d'autant plus que la pointe de y connaît une croissance moyenne de 10% par an depuis 1996.

La production des aménagements hydroélectriques en 96/97 a atteint 2979 GWh, soit un taux de croissance de 7% par rapport à l'exercice antérieur. L'énergie émise sur le réseau par ces centrales a été de 2801 GWh. La puissance de pointe à la production a été de 455 MW dans le réseau Sud<sup>2</sup> contre 407 MW pour l'exercice précédent, ce qui correspond à une croissance de 12%. La centrale de LAGDO a présenté une pointe de production de 29,4 MW contre 26,6 MW en 95/96, soit une croissance de 10%.

##### b) La production thermique

La production thermique est assurée par :

- 5 centrales thermiques (tableau 1.2) totalisant une puissance installée de 106,5 MW. Initialement conçues comme centrales d'appoint, elles viennent pallier les insuffisances de puissance en période de faible hydraulité. Leur production est injectée dans le réseau interconnecté Sud pour les quatre premiers et dans le réseau interconnecté Nord pour le dernier. La centrale de Bertoua (8 MW) alimente le réseau de l'Est.

<sup>1</sup> Il s'agit de l'exercice fiscal, de juillet à juin, tel que repris dans les statistiques de la SONEL

<sup>2</sup> voir le paragraphe 1.3.2

| Puissance installée             |                                           |               |                                                        |
|---------------------------------|-------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------|
| Réseau                          | Hydroélectricité<br>(Puissance installée) |               | Production Thermique                                   |
| Réseau Interconnecté Nord       | Lagdo                                     | 72 MW         | Djamboutou 20 MW                                       |
|                                 |                                           |               | Kousseri 3 MW                                          |
|                                 |                                           |               | Autres Installations Nord 1.15 MW                      |
|                                 | <b>Total Hydro-électricité Nord</b>       | <b>72 MW</b>  | <b>Total Production Thermique Réseau Nord 24.15 MW</b> |
| Réseau Interconnecté Sud        | Songloulou                                | 384 MW        | Oyomabang 36 MW                                        |
|                                 |                                           |               | Mefou 2 MW                                             |
|                                 |                                           |               | Ebolowa/ Meyomessala 2.2 MW                            |
|                                 | Edéa                                      | 264 MW        | Bassa 18.6 MW                                          |
|                                 |                                           |               | Logbaba 17.6 MW                                        |
|                                 |                                           |               | Bafoussam 14.3 MW                                      |
|                                 | <b>Total Hydro-électricité Sud</b>        | <b>648 MW</b> | <b>Total Production Thermique Réseau Sud 90.7 MW</b>   |
| Autres Installations Thermiques |                                           |               | Bertoua 8 MW                                           |
|                                 |                                           |               | Autres installations Sud 4.15 MW                       |
|                                 |                                           |               | <b>Total autres installations thermiques 12.15 MW</b>  |
| <b>Total</b>                    | <b>Total National Hydroélectricité</b>    | <b>720 MW</b> | <b>Total National Production Thermique 127 MW</b>      |

**Tableau 1.2 : Récapitulatif des moyens de production d'électricité au Cameroun**  
[Source : AES-SONEL, 2002]

Une trentaine de centrales diesel de petite taille desservent les centres isolés. Ces localités alimentées par la production décentralisée totalisaient en 1997 une puissance installée de 45 MW et aujourd'hui 12,7 MW suite à la restructuration du réseau. Les puissances installées varient de quelques dizaines à quelques milliers de kilowatts. C'est une plage intéressante pour le développement des créneaux de production d'électricité à partir des sources renouvelables.

47 MW des 127 MW de capacité de production thermique ont été installés depuis qu'AES a racheté la SONEL et les consultations ont commencé pour la construction de deux autres centrales thermiques à Limbé, proche de la raffinerie, de puissance totale 230 MW. La construction de la première tranche de 85 MW au fuel lourd a commencé et la mise en service est prévue pour mars 2004 (AES-SONEL, 2003).

A côté de la production thermique de AES-SONEL, les autoproducteurs (sociétés agro-industrielles, sociétés forestières, scieries, entreprises commerciales, ambassades, etc.) disposent de leurs propres équipements de production. La puissance installée en 1988 était estimée à 72 MW, pour une production de 152 GWh (1984/1985) équivalente à 7% de la consommation dans le réseau SONEL et de 326 GWh pendant l'exercice 1987/1988. Des



données plus récentes ne sont pas disponibles mais tout porte à croire que la situation actuelle est pire. Il n'est pas utopique de penser que ces chiffres ont probablement triplé de nos jours. Bien que cette production autonome soit concentrée dans les régions d'activités agro-industrielle et forestière, ce ratio traduit l'importance de la demande insatisfaite par la Société Nationale. Certaines entreprises telles la SONARA sont raccordées au réseau électrique national, mais préfèrent utiliser leur propre production thermique pour des raisons de fiabilité et de stabilité. Ce phénomène s'est accentué ces dernières années pendant lesquelles les consommateurs devaient subir les multiples délestages.

### 1.3.2. *Transport et distribution*

Le transport de l'énergie électrique est caractérisé par la prédominance de trois grands réseaux indépendants :

- ◆ le Réseau Interconnecté Sud (RIS), alimenté par les centrales d'Edéa et de Songloulou, soutenues par les centrales d'appoint Bafoussam, Mefou et Bassa, approvisionne les provinces Littoral, Centre, Ouest, Nord-Ouest, Sud-Ouest, Sud. Le RIS comprend 480km de lignes 225 kV et 857 km de lignes 90 kV. L'énergie transportée d'une valeur globale de 1458 GWh a augmenté de 6,1%. La puissance de pointe pour le secteur public s'est élevée en 96/97 à 296 MW, croissant de 10,9%.
- ◆ le Réseau Interconnecté Nord (RIN), alimenté par la centrale de Lagdo et la centrale d'appoint de Djamboutou, approvisionne les provinces Nord, Extrême-Nord et Adamaoua. Le RIN comprend 337 km de lignes 110kV et 201 km de lignes 90 kV. L'énergie transportée a été de 152,5 GWh, en croissance de 7% et la puissance de pointe du réseau a atteint 29,6 MW.
- Le Réseau de l'Est, alimenté par une centrale thermique de 8 MW, approvisionne uniquement la province de l'Est.

A côté de ces grands réseaux existent plusieurs réseaux en îlotage alimentés par un ou plusieurs groupes diesel et desservant parfois des localités importantes en terme de population.

Le tableau 1.3 donne la longueur des réseaux pour chaque niveau de tension.

| Lignes de transport |                 | Kilomètres    |
|---------------------|-----------------|---------------|
| Haute Tension       | 225 kV          | 430           |
|                     | 110 kV          | 337           |
|                     | 90 kV           | 1 064         |
| Moyenne Tension     | 30/15/10/5,5 kV | 10 392        |
| Basse Tension       |                 | 10 116        |
| <b>Total</b>        |                 | <b>22 389</b> |

**Tableau 1.3 : Capacité de lignes de transport et distribution d'électricité [état 2001].**

### 1.3.3. *La consommation d'électricité*

La consommation finale d'électricité en 1997 a été de 2451 GWh, soit une croissance de 10% par rapport à l'exercice antérieur. La figure 1.1 montre que ce taux de croissance a été maintenu des années quatre-vingt à nos jours.

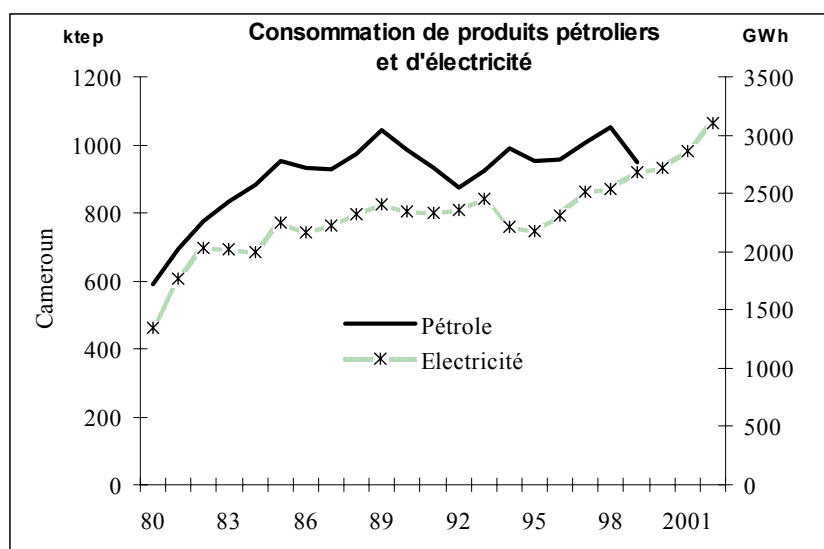


Figure 1.1. Evolution de la consommation de pétrole et d'électricité au Cameroun [adapté de IEPF, 2000].

Une grande partie de l'électricité produite par la Société Nationale d'Electricité est consommée par Alucam-Péchiney (société de traitement de la bauxite et de production d'aluminium). Avec elle, 4 autres entreprises industrielles (*Société camerounaise de transformation de l'aluminium, Cotonnière industrielle du Cameroun, Cellucam, Cimenteries du Cameroun*) sont approvisionnées directement en haute tension (HT) et ont consommé en 1997 plus de la moitié de l'électricité vendue la même année, soit 1416 GWh. Cette même année, la consommation des abonnés haute tension et moyenne tension (MT) cumulée constituait 77% de la consommation totale du pays en électricité. Malgré la baisse des ventes pendant les exercices antérieurs (figure 1.1), la répartition reste sensiblement la même :

|                         | Consommation (en GWh) | ratio       |
|-------------------------|-----------------------|-------------|
| <b>CLIENTS SPECIAUX</b> |                       |             |
| ALUCAM                  | 1332,0                | 54,3        |
| SOCATRAL                | 11,9                  | 0,5         |
| CPPC ex CELLUCAM        | 2,0                   | 0,1         |
| CIMENCAM                | 39,7                  | 1,6         |
| CICAM                   | 27,3                  | 1,1         |
| <b>TOTAL</b>            | <b>1415,9</b>         | <b>57,8</b> |
| MT                      | 472,6                 | 19,3        |
| BT                      | 559,4                 | 22,8        |
| <b>TOTAL GENERAL</b>    | <b>2450,9</b>         | <b>100</b>  |

Ces chiffres montrent que moins du quart de l'électricité produite est disponible pour l'approvisionnement du réseau basse tension (BT). Pourtant c'est à ce niveau de tension que l'on trouve l'éclairage public, les consommateurs résidentiels et les petites et moyennes industries/entreprises, qu'elles soient publiques ou privées.

En 2001, la répartition de la consommation ne s'est que très faiblement améliorée (Statistiques de AES-SONEL, 2002) :

- les clients de basse tension (BT) représentent 25% de la consommation et 54% des ventes. Ils paient un tarif moyen de 56,6 FCFA/kWh (soit 86,29 €/MWh)<sup>3</sup> et affichent une consommation annuelle moyenne de 1 663 kWh par abonné (2001) ;

<sup>3</sup> Le FCFA est la monnaie utilisée en Afrique centrale et occidentale. 1 € équivaut à 655,9 FCFA

- les clients de moyenne tension (MT) représentent 18% de la consommation et 34% des ventes. Ils paient un tarif moyen de 41 FCFA/kWh (soit 62,50 €/MWh) et affichent une consommation annuelle moyenne de 538 MWh par abonné (2001).
- en haute tension (HT), le groupe Pechiney-ALUCAM, une fonderie d'aluminium, consomme plus de 40% de l'énergie produite par AES-SONEL.

Par branche d'activité, la consommation MT se décompose comme suit :

- secteur primaire (agriculture, chasse, sylviculture et industries extractives) : 5,08%. Il est important de noter que du fait de leur isolement, les exploitants forestiers sont le plus souvent contraints à l'auto-production ;
- secteur secondaire (industries manufacturières) : 56,11% ;
- secteur tertiaire (commerces, transports, communications et entrepôts, banques, assurances) : 36,78%.

L'analyse des ventes d'électricité en BT pendant l'exercice 1996/1997 fait ressortir les faits suivants :

- éclairage public : 21,6 GWh
- clients (consommation mensuelle  $\leq 90$  kWh) : 180 GWh pour 324242 abonnés, soit 555 kWh par an et par ménage.
- clients (consommation mensuelle  $> 90$  kWh) : 357 GWh pour 93766 abonnés, soit 3807 kWh par an et par ménage. On retrouve dans cette catégorie les petites entreprises telles les ateliers, les menuisiers, les tailleurs et les résidentiels fortunés.

Le graphique de la figure 1.2 illustre l'évolution de la consommation moyenne par abonné, caractérisée par une baisse probablement liée à la dispersion des clients à faible consommation et au niveau de la vie de la population et à l'insuffisance des moyens de distribution.

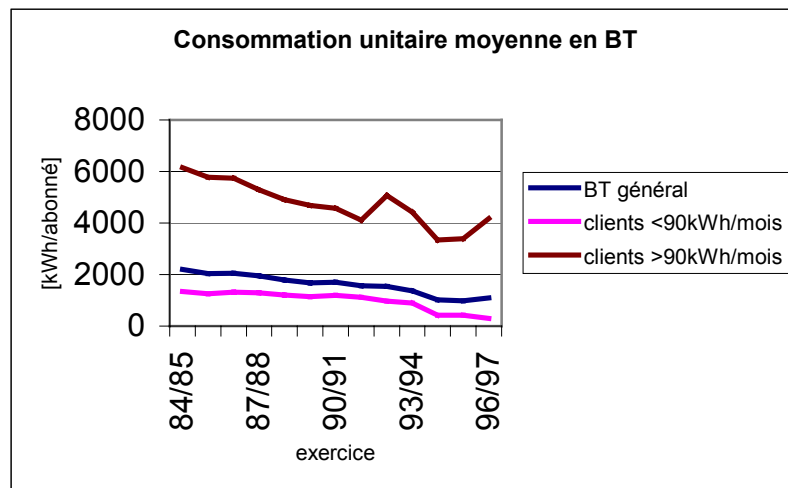


Figure 1.2. Evolution de la consommation moyenne par abonné.

Chez les clients dont la consommation est inférieure à 90 kWh/mois, la moyenne tend vers une consommation de 400 kWh/an. L'information qui ressort de ce graphique est l'ordre de grandeur de la consommation moyenne annuelle des clients résidentiels à prendre en considération lors de la planification de l'électrification en zones rurales. Pour l'ensemble des

abonnés BT, la consommation moyenne par abonné est passée de 1300 kWh/an en 1997 à 1663 kWh/an en 2001.

En estimant la consommation autonome en 1996/1997 à 500 GWh, la consommation totale du pays en électricité s'élèverait à 2950 GWh, soit une consommation moyenne par habitant de 210 kWh. Cette moyenne reste supérieure à celle de l'Afrique sub-saharienne, mais faible par rapport aux 650 kWh consommés en moyenne par an dans les pays en développement (IEA, 1996). Avec une consommation d'énergie par habitant de 0,33 tep (moyenne des PED 0,7 tep) et un taux d'électrification de 25%, la moyenne mondiale étant à 60%, on mesure les efforts que le Cameroun doit consentir pour satisfaire les besoins énergétiques futurs du pays.

Le niveau réel de la consommation finale d'électricité est supérieur aux 2451 GWh car une part non négligeable de l'énergie distribuée est frauduleusement consommée. Les pertes globales (techniques et non techniques) au cours de l'exercice 1995-1996 se sont élevées à 581 GWh, soit 26% de la consommation, et 20,5% de la production [*Rapport annuel SONEL, 1997*].

### **1.3. Conclusions**

On peut retenir de ce chapitre introductif que le Cameroun est un pays en pleine croissance avec un niveau d'électrification très bas. Le taux d'électrification en milieu rural varie de moins d'un pour cent dans la partie septentrionale du pays à 12% dans la province du sud. Bien que la consommation moyenne par habitant et par an (210 kWh) soit supérieure à la moyenne en Afrique Subsaharienne, elle reste très en deçà de la moyenne des pays en développement (650 kWh). Cette faible consommation peut être attribuée à l'insuffisance des moyens de production et à la limitation des réseaux de transport et distribution à une partie du territoire. En effet, les moyens de production sont vétustes et largement dominés par l'hydraulique, ce qui entraîne des difficultés d'approvisionnement en période de faible hydraulité, sous l'effet conjugué de la croissance de la pointe électrique et la diminution de la puissance disponible dans les barrages. Les centrales thermiques initialement prévues pour assurer la pointe ont dû fonctionner continuellement pendant les quatre dernières années sans pour autant permettre d'éviter les multiples délestages, principalement dans le réseau Sud. Ainsi, l'on constate aujourd'hui que la politique d'électrification qui pendant les cinq dernières décennies a consisté à l'extension des trois réseaux électriques (Nord, Sud et Est) a montré ses limites. Par ailleurs, la première estimation des ressources énergétiques primaires montre une grande disponibilité (§1.2.2), principalement en ce qui concerne les ressources renouvelables telles la biomasse, l'hydraulique et le soleil. Il est dès lors important de rechercher des solutions novatrices qui soient économiquement efficaces, socialement équitables, viables du point de environnemental et contribuant à la réduction des disparités. Une piste envisageable est la décentralisation de la production en intégrant les sources d'énergies renouvelables qui ont la particularité de moins polluer l'atmosphère que les sources conventionnelles telles le gazole, le fuel lourd et le gaz naturel utilisés dans les centrales thermiques. La décentralisation pourrait contribuer à réduire les coûts d'extension du réseau et permettre de valoriser les ressources locales pour la satisfaction des besoins locaux. Les centrales de production sont ainsi transportées vers les consommateurs et non l'électricité. Dans une optique de décentralisation de la production et d'intégration des énergies renouvelables dans le parc de production d'électricité, ce travail se propose d'identifier et caractériser les technologies les plus adaptées au contexte camerounais, de développer les scénarios de contribution des énergies renouvelables à la production d'électricité, et d'en évaluer les retombées environnementales et sociales.