

## La question de l'énergie au Sahel : un futur préoccupant

**Des disponibilités en eau et en énergie suffisantes constituent des points de passage obligé dans tout processus de développement en particulier en zones arides. La dimension énergétique est trop souvent sous-estimée et pourtant en dépit d'une extrême faiblesse de la consommation énergétique par individu des pays sahéliens, les impacts sont redoutables sur l'environnement lorsqu'il s'agit d'énergies traditionnelles tels les combustibles ligneux, sur les balances commerciales des pays pour les énergies primaires de type pétrolier. Les aspects énergétiques ne risquent-ils pas, tout autant que les ressources en eau, d'hypothéquer le développement durable des régions confrontées à l'aridité et à la sécheresse ?**

**À** la fin des années 90, l'Afrique subsaharienne, avec plus de 10 % de la population mondiale, consomme moins de 2 % de l'énergie de la planète. Au Sahel, un consommateur burkinabè dispose de 500 fois moins d'énergie qu'un nord-américain et la totalité de la consommation de son pays n'égale pas celle d'une petite bourgade américaine de 20 000 habitants.

La totalité de la consommation d'énergie commerciale des huit pays du Sahel ne représente que 1 % de celle de la seule agglomération new-yorkaise !

Une étape importante dans l'évolution des systèmes énergétiques et productifs dans les pays développés a été le passage, au XVIII<sup>e</sup> siècle, à la prééminence des usages mécaniques de l'énergie sur les usages thermiques. En ce début du XXI<sup>e</sup> siècle, au Sahel, ce sont encore les usages thermiques qui prédominent largement et surtout le plus essentiel d'entre eux : la cuisson des aliments.

pas de pétrole, pas de charbon, de faibles potentialités en hydroélectricité et une situation en permanente dégradation en ce qui concerne la disponibilité de combustibles ligneux. Les énergies traditionnelles (combustibles ligneux et dérivés) représentent en moyenne 90 % de la consommation totale d'énergie dans les pays du Sahel, à l'exception du Sénégal (58 % seulement). Le solde se répartit entre les hydrocarbures (8 à 10 %) et l'électricité (1 à 2 %) [1].

La consommation d'énergie y est principalement le fait des ménages (environ 90 % du total), l'agriculture utilise essentiellement les énergies humaine et animale, le secteur des transports représente environ 5 à 6 % de la consommation totale, essentiellement des hydrocarbures importés, et constitue un marché captif pour les produits pétroliers. L'industrie pour sa part ne consomme que 4 à 5 % du total.

Les énergies commerciales non traditionnelles (hydrocarbures, électricité, énergies renouvelables), qui ne représentent qu'un faible pourcentage dans les bilans énergétiques des pays, revêtent néanmoins une grande importance sur le plan économique. Généralement importées, ou produites à partir de produits importés, elles constituent une forte charge pour les balances commerciales au Bur-

Jean-Paul MINVIELLE

IRD, BP 1386,  
Dakar, Sénégal  
<minvielle@ird.sn>

### L'Afrique sahélienne connaît une situation énergétique fragile

La région sahélienne se caractérise par une forte carence en ressources énergé-

kina Faso en 1992, les importations d'énergie commerciale représentaient 58 % de la valeur totale des exportations, 87 % en Guinée-Bissau [2].

En matière d'accès à l'énergie, comme dans d'autres domaines, la dualité ville/campagne apparaît très fortement marquée. L'offre énergétique conventionnelle (électricité, essence, gaz) est essentiellement concentrée dans les villes alors que la plupart des populations sont encore rurales et que leur accès aux énergies commerciales demeure pratiquement inexistant.

En ce début de siècle, la question énergétique au Sahel se pose en termes d'autant plus préoccupants qu'elle intervient dans un contexte de crise et de dégradation de l'environnement, écologique et économique, peu favorable aux pays de la région. Les déséquilibres des balances des paiements, les niveaux atteints par les dettes extérieures, en bridant les capacités des États, ne créent pas les conditions favorables à la mise en œuvre de politiques volontaristes en matière énergétique.

Les indicateurs de la situation socio-économique des pays du Sahel sont explicites : une espérance de vie inférieure à 50 ans, un PIB par habitant environ 75 fois inférieur à la moyenne de ceux des pays du Nord et 2 à 3 fois plus faible que la moyenne de ceux des pays en développement, etc. Pour certains d'entre eux, l'indice de la production alimentaire par habitant a nettement décliné durant la dernière décennie puisqu'il était, en 1993, de 99 au Tchad, 81 en Mauritanie, 77 au Niger et 76 en Gambie (base 100 en 1979/1981) [3].

Sur la base de l'indice du développement humain (IDH) élaboré par le PNUD, tous les pays du Sahel se situaient en 1996 parmi les 25 derniers du palmarès mondial : la Mauritanie au 149<sup>e</sup> rang sur 174, le Sénégal au 152<sup>e</sup>, la Guinée-Bissau au 163<sup>e</sup>, le Burkina Faso au 169<sup>e</sup>, le Mali au 171<sup>e</sup> et le Niger, bon dernier, fermait la marche à la 174<sup>e</sup> place.

En matière énergétique la situation n'est guère plus brillante : alors qu'en 1971 la consommation d'énergie d'un seul Canadien équivalait à celle de 695 Burkinabè, en 1992, ce chiffre s'établissait encore à 495. Pour rester dans des aires climatiques plus comparables, on pourrait noter qu'un Burkinabè consomme 43 fois moins d'énergie qu'un Brésilien, pourtant déjà peu favorisé, ou 155 fois moins qu'un Sud-Africain.

En ce qui concerne l'intensité énergétique du PIB, qui indique la quantité d'énergie nécessaire pour la production d'une unité de PIB, la situation est quelque peu différente, essentiellement en raison des fortes diminutions de cet indice dans les pays du Nord durant les 25 dernières années. De 1965 à 1991, l'intensité énergétique du PIB a été divisée par 5,6 au Canada, 6,8 en France et 11,2 au Japon. Ces diminutions résultent de la combinaison de deux effets complémentaires : « l'effet contenu » lié à l'amélioration de l'efficacité des usages de l'énergie, principal résultat des politiques mises en œuvre à la suite des chocs pétroliers qui se sont succédé depuis le début des années 70 ainsi qu'à des considérations écologiques (machines plus performantes, meilleurs taux de conversion), et « l'effet de structure » résultant des modifications des parts relatives des différents secteurs dans la constitution du PIB qui caractérisent l'évolution des pays les plus développés vers des économies postindustrielles, moins gourmandes en énergie.

Dans les pays du Sahel, à l'exception du Niger, ces intensités énergétiques ont également diminué, mais de manière moins importante. Il en résulte par exemple que celle du Burkina Faso, qui était 23 fois inférieure à celle du Canada en 1965, ne l'est plus que 8 fois en 1991. On peut noter également que les intensités énergétiques du PIB du Niger et du Sénégal en 1991 [14] étaient très voisines de celles du Japon [13] et de la France [18]. Cependant, ces chiffres ne doivent pas masquer des réalités totalement divergentes : les pays du nord entrent dans la phase postindustrielle du développement de leurs économies alors que les pays du Sahel ne sont pas encore entrés dans la phase industrielle. Nous nous trouvons là à deux époques bien distinctes de l'évolution économique.

## Les secteurs énergétiques sont très déséquilibrés

Les hydrocarbures : un poids limité dans les bilans énergétiques, mais un coût important pour les balances commerciales

Les hydrocarbures, bien que très minoritaires dans les consommations énergétiques nationales, revêtent cependant

## Références

1. Minvielle JP, Guimaraes L. *Les systèmes énergétiques dans un environnement sahélien en mutation : potentialités et politiques*. Lisbonne : Université nouvelle de Lisbonne, 1997, 77 p.
2. Alba EM. *Politiques d'ajustement structurel dans le secteur de l'énergie en Afrique subsaharienne*. In : Lapointe A, Zaccour G, eds. *Ajustements structurels et gestion du secteur énergétique en Afrique*. Paris : Technip, 1993, 93-121.
3. PNUD. *Rapport mondial sur le développement humain*. Paris : Economica, 1996.
4. Mukanda-Bantu K. *West African Long Term Perspectives Study. Description du peuplement de l'Afrique de l'ouest. Commentaires de la base de données*. Document de travail n° 1. Paris : OCDE/Club du Sahel, 1994.
5. Ninin B. *Éléments d'économie spatiale des énergies traditionnelles : application au cas de cinq pays sahéliens (Burkina Faso, Gambie, Mali, Niger, Sénégal)*. Document RPTES. Banque Mondiale, Département technique Afrique, octobre 1994.

## Bibliographie

- Ammara A. Le financement du secteur énergétique des pays africains dans le nouveau contexte mondial In Lapointe A, Zaccour G, eds. *Ajustements structurels et gestion du secteur énergétique en Afrique* Paris : Technip, 1993 49-92
- Amundsen ES *Théorie des ressources épuisables et rente pétrolière* Paris : Economica, 1992, 245 p
- Ateliers technologie et développement *Maîtrise de l'énergie dans les pays sahéliens* Paris BLACT/CFECTI/GRET/SGAR-PACA, 1983, 139 p.
- Banque africaine de développement *Programme énergétique africain Termes de référence problèmes de l'énergie et de l'environnement pour le développement durable de l'Afrique*, avril 1994.
- Banque mondiale *Projet RPTES études par pays*, février 1994
- Bauby P, Gerber T Prendre en compte l'ensemble des interactions entre énergies et sociétés pour refonder la légitimité des systèmes énergétiques In UNESCO *Energie et société* Paris : Publisud, 1995 23-72
- Begnadeh CB. *Consommation et production des combustibles ligneux au Burkina Faso situation actuelle et analyse prospective* Université de Ouagadougou, Faculté des sciences économiques et de gestion Ouagadougou, 1993
- Beltran A *Énergie et société : pourquoi un détour par l'histoire ?* In UNESCO. *Energie et société* Paris Publisud, 1995 91-105
- Cavard D. Les solutions à la crise du bois de feu au Sahel entre une optique sectorielle et une optique de développement In UNESCO *Energie et société* Paris . Publisud, 1995 535-47
- CCE/CILSS *Programme régional solaire Sahel le solaire est-il pour demain ?* Bourgeap, septembre 1988
- CILSS *Programme maître GRN/LCD contribution à l'élaboration du plan triennal du CILSS* Ouagadougou, juillet 1994
- CILSS/PRS. *Atelier sur l'électrification rurale décentralisée* Paris, 20 au 22 septembre 1994
- Clark JG *The political economy of world energy a twentieth century perspective* The University of North Carolina Press Chapel Hill and London, 1991, 397 p
- Criqui P. Crises énergétiques et crises économiques une perspective de longue période. In UNESCO *Energie et société* Paris Publisud, 1995. 275-92
- une importance fondamentale car ils conditionnent les activités économiques essentielles production d'électricité (plus de 90 % de l'offre totale d'électricité est d'origine thermique), industrie et, surtout, transports Bien que ces activités ne représentent directement qu'une part réduite de la formation des PIB nationaux (20 à 25 %), leur importance réelle est beaucoup plus forte puisqu'elles conditionnent en grande partie l'activité des autres secteurs productifs de l'économie. La question qui se pose alors est celle du poids excessif des importations d'hydrocarbures dans les balances commerciales de tous les pays
- ### L'électricité : des problèmes de production et de distribution
- En matière d'électricité, le potentiel de production d'hydroélectricité des pays du Sahel est très limité et sa mise en valeur n'est que récente et partielle, comme au Burkina Faso où seuls quelques sites ont été mis en valeur à ce jour (Koumpenga et Bagré), voire compromise du fait des événements politiques et du désengagement des bailleurs de fonds internationaux (Guinée-Bissau) Il en résulte que, actuellement, l'essentiel de la production reste d'origine thermique et, donc, soumise aux aléas et aux coûts des importations d'hydrocarbures L'offre d'électricité est essentiellement dirigée vers les centres urbains les plus importants (au Burkina, les trois plus grandes villes du pays consomment 95 % de la production totale).
- Actuellement, le secteur de l'électricité est confronté au problème de ses coûts de production élevés qui résultent essentiellement des achats d'hydrocarbures pour les centrales thermiques. Au Burkina Faso par exemple, ces achats représentent 35 % du coût total de production.
- Un autre problème fondamental est celui de la distribution, les réseaux infra-nationaux n'étant que rarement interconnectés Chaque unité de production ne peut desservir que les zones qui lui sont limitrophes limitant ainsi, d'une part, les possibilités d'économies d'échelle et, d'autre part, la mise en valeur de sites de production (hydro-électriques par exemple) trop éloignés des implantations humaines Ainsi, s'il est possible de produire plus, il reste actuellement difficile d'approvisionner les périphéries urbaines et plus encore le milieu rural On peut ainsi considérer qu'environ 74 % de la
- population du Sahel ne peut, dans les conditions actuelles, espérer avoir accès à l'énergie électrique traditionnelle.
- Les réalités socio-économiques des régions concernées font qu'il n'est pas envisageable que de véritables « consommateurs », entendons par là des consommateurs solvables susceptibles de payer le prix réel pour une énergie ayant nécessité d'importantes infrastructures, puissent être trouvés en milieu rural. L'analyse des solutions techniques proposées fait que, en ce qui concerne le milieu rural, nous nous trouvons dans le domaine privilégié d'application des énergies nouvelles et renouvelables, en particulier du solaire photovoltaïque.
- Malgré tout, la consommation d'électricité est globalement en augmentation permanente, augmentation due pour l'essentiel à la croissance du nombre des ménages abonnés en milieu urbain
- ### Le gaz : un combustible de substitution coûteux à importer et vulgariser
- L'usage du gaz dans la région a été encouragé dans le secteur domestique, pour la cuisine, afin d'aider à la diminution de la consommation de combustibles ligneux. L'expérience sénégalaise a révélé que l'introduction de cette nouvelle forme d'énergie chez les ménages urbains prend beaucoup de temps. Par ailleurs, la réussite de cette substitution dépend largement de la difficulté d'approvisionnement en combustibles ligneux Dans les pays dans lesquels ces combustibles ligneux sont abondants et à bon marché, la pénétration du gaz est d'autant plus difficile
- Les pays de la région n'étant pas producteurs de gaz, ils dépendent des importations pour couvrir leur demande. À l'exception du Sénégal, l'offre n'est pas fiable et souffre de ruptures périodiques, ce qui retarde la transition du bois de feu au gaz. Dans les faits, cette source d'énergie n'est disponible que pour les populations urbaines et s'avère trop chère pour une grande partie de la population.
- ### Les énergies nouvelles et renouvelables : des potentialités mais un usage encore embryonnaire
- La contribution effective des énergies nouvelles et renouvelables (ENR) à la consommation énergétique du Sahel

## Bibliographie

Dallaire A. La protection de l'environnement dans le tiers-monde : carbonisation et briquetage des résidus agricoles. *Traison Énergie-Francophonie*, 1993, numéro 18, IEPF, ACCI, Canada

Desaigues B. Point P. Économie du patrimoine naturel. La valorisation des bénéfices de protection de l'environnement. Paris. *Economica*, 1993, 317 p.

Duhamel B. L'énergie et le développement rural dans les pays sahéliens de l'Afrique de l'Ouest. *Séminaire sur la politique énergétique en Afrique*, Lomé, Togo, 17-21 février 1992

Duhamel B. Efficacité énergétique globale et coopération en Afrique. In Lopsinte A, Zaccour G, eds. *Ajustements structurels et gestion du secteur énergétique en Afrique*. Paris. *Technip*, 1993, 261-77

ENDA. Leçons pour une planification énergétique en Afrique. Paris. ENDA/CIFOPE, 205 p.

ENDA/IEPE. L'énergie en Afrique. Dakar, 1993

Etamad B. La production mondiale d'énergie commerciale aux XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles. In UNESCO. *Énergie et société*. Paris. *Publisud*, 1995, 257-67

Ferguson E. *Élaboration du plan d'action forestier du Sénégal*. rapport de la mission bois-énergie. Dakar, juin 1990

Foley G. Rural electrification in the developing world. *Energy Policy*, février 1992, 145-52

Graquel R. Introduction aux problèmes énergétiques globaux. Paris. *Economica*, 1992, 265 p.

Girard J, Khennas S. Situation et perspectives énergétiques de l'Afrique. *Énergie internationale* 1989-1990

Goldemberg J, et al. *Énergie pour un monde vivable*. Paris. Ministère de la Coopération/IEPF/ICE, 1990, 197 p.

GRET. *Maîtrise de l'énergie dans les pays sahéliens*. Collection des Ateliers Technologie et Développement n° 4. Paris, octobre 1984, 139 p.

n'est encore qu'embryonnaire (énergies éolienne et solaire, biogaz). Cependant, les risques que fait peser la consommation de combustibles ligneux sur l'environnement et la charge économique que représente la consommation d'hydrocarbures incitent à la mise en place de solutions alternatives moins coûteuses et plus respectueuses des ressources naturelles. Leur adaptation aux micro-réalisations, leurs faibles besoins en infrastructures et leur fiabilité font que les ENR semblent relativement bien adaptées aux besoins du monde rural sahélien. Cependant, malgré l'intérêt qu'elles suscitent, elles ne représentent encore qu'une part négligeable dans le bilan énergétique des pays du Sahel

**Les combustibles ligneux : largement dominants dans les bilans énergétiques, mais d'un usage dévastateur pour l'environnement**

Les combustibles ligneux sont la source d'énergie prédominante au Sahel puisqu'ils représentent en moyenne 90 % de l'énergie totale consommée, à l'exception du Sénégal. Ces combustibles sont essentiellement du bois et secondairement du charbon de bois. La répartition bois/charbon de bois est variable suivant les pays : le Niger ne consomme pratiquement pas de charbon alors qu'au Sénégal il représente plus de 50 % de la consommation totale de produits ligneux, ce taux atteignant 75 % en milieu urbain. La consommation de bois est majoritairement non marchande et celle de charbon de bois urbaine et marchande. Ainsi, au Burkina Faso, l'auto-provisionnement représente environ 89 % de la consommation nationale de bois. Ce secteur, difficile à réglementer et à gérer, ne représente qu'une très faible part du PIB (0,8 % au Burkina Faso). Actuellement, malgré les différents efforts consentis tant en ce qui concerne la gestion de l'offre (réglementation du secteur, reforestation) que la limitation de la demande (promotion des fourneaux améliorés et des énergies de substitution, tel le gaz), la consommation de combustibles ligneux excède les possibilités d'une offre durable. En milieu rural, la consommation de bois se fait par auto-provisionnement, et donc sans coût monétaire effectif, la ressource étant considérée par les consommateurs comme « gratuite »

Cette gratuité économique masque en fait un coût bien réel, celui de la dégradation d'un environnement, souvent surexploité pour l'approvisionnement des villes, avec des situations très différentes suivant les régions et les pays. Dans les conditions actuelles de raréfaction du couvert végétal, les prélèvements effectués par les ruraux portent de plus en plus sur les bois morts et les résidus de différentes natures (déchets agricoles, brindilles, déjections animales) qui ne sont pas comptabilisés dans les sources statistiques.

Cette absence de coût économique réel des combustibles ligneux en milieu rural rend difficile la promotion d'énergies de substitution. Celles-ci, quelles qu'elles soient, ne peuvent être concurrentielles tant que des combustibles traditionnels « gratuits » resteront disponibles dans des conditions acceptables de collecte et d'utilisation. Si l'on examine les niveaux des revenus effectifs en milieu rural, on constate d'ailleurs que la plupart des ménages ne disposent pas des capacités économiques nécessaires à la consommation d'énergies marchandes. Se greffe sur cette contrainte le poids des habitudes culinaires qui rend difficile l'adoption des nouveaux modes de préparation dictés par les énergies nouvelles.

Statistiquement, le poids de la consommation urbaine de combustibles ligneux dans la consommation totale varie fortement suivant les pays : au Niger, seulement 15 % de la consommation nationale de combustibles ligneux se fait dans les villes, contre 55 % au Sénégal. Cette consommation urbaine est beaucoup plus prédatrice sur l'environnement que la consommation rurale.

En premier lieu, parce que l'approvisionnement urbain ne porte que sur des bois de qualité commerciale – dont la collecte est dévastatrice car elle passe par l'abattage des meilleurs arbres – ou du charbon de bois, à l'exclusion de tous les résidus ou débris de moindre qualité utilisés en milieu rural. Par ailleurs, la transformation de bois en charbon de bois, si elle est rentable du point de vue économique, est dispendieuse du point de vue du rendement énergétique (perte de 60 % environ).

En second lieu, parce que la réponse à une demande urbaine toujours croissante fait que les zones de prélèvement périurbaines ne cessent de s'élargir. Actuellement, on estime que la zone d'ap-

## Bibliographie

GRET *Électrification décentralisée au Burkina Faso Note de cadrage pour un programme pilote Ouagadougou*, février 1994

Gvishiani JM, et al *Social, economic and environmental challenges of global energy development* In UNESCO *Énergie et société* Paris Publisud, 1995 73-82

Institut burkinabè de l'énergie *Analyse du bilan énergétique du Burkina Faso, 1970-1992* Ministère des Enseignements secondaires, supérieur et de la Recherche scientifique Ouagadougou, juillet 1994

Lapointe A, Zaccour G *Ajustements structurels et gestion du secteur énergétique en Afrique* Paris Technip, 1993, 321 p

Laura P *Les combustibles domestiques au Sénégal consommation et pratiques des ménages* Ministère de l'Industrie, du Commerce et de l'Artisanat Direction des Mines et de la Géologie Dakar, décembre 1992

Leach G *The energy transition Energy Policy*, février 1992 116-23

Masse R *Le butane et le kérosène en chiffres* Paris GRET, 1990, 104 p

Ministère de la Coopération *Énergies nouvelles et développement SEMA, Col Technologies et développement*, n° 2 Paris, 1978, 63 p

Ministère de la Coopération *Évaluation des énergies renouvelables pour les pays en développement SEMA, Col Technologies et développement*, n° 1 Paris, 1981, 437 p

Minvielle JP *Énergies renouvelables, environnement et développement au Sahel ORSTOM Actualités* 1995, 48 35

Minvielle JP *La question énergétique au Sahel* Paris Éditions Karthala, collection Économie et développement, 1999 176 p

OCDE/SAD/CILSS, Paris, juillet 1994

Munasingho M *Efficient management of the power sector in developing countries Energy Policy*, février 1992 94-103

Ngom A *Quelques éléments de stratégie pour une exploitation rationnelle du charbon de bois* Observatoire des combustibles domestiques Ministère de l'Énergie, des Mines et de l'Industrie, ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature Dakar, novembre 1996 9-10

OECD/IEA *Energy and environmental technologies to respond to global climate change concerns* Organisation for Economic cooperation and development/International Energy Agency Paris, 1994, 333 p

provisionnement de la ville de Ouagadougou s'étend jusqu'à 200 km de la capitale, celle de Dakar à plus de 400 km

Cependant, à l'inverse du milieu rural, les utilisateurs urbains sont de véritables consommateurs qui paient d'ores et déjà leur énergie, même si celle-ci demeure essentiellement traditionnelle. Dès lors, il devient plus aisé de concevoir et mettre en œuvre des politiques visant à transformer des acheteurs d'énergies traditionnelles commerciales en acheteurs d'énergies de substitution. Dans ce contexte, les leviers socio-économiques des avantages comparatifs (prix, facilités d'utilisation et d'approvisionnement) peuvent jouer à plein.

## L'urbanisation et la croissance démographique dessinent un futur préoccupant

Sachant que les ménages représentent en moyenne 90 % de la consommation totale d'énergie pour la plupart des pays considérés, on peut s'interroger sur la manière dont se posera demain la question énergétique au Sahel avec le doublement de la population totale à l'horizon 2020 et la multiplication par quatre du nombre des citadins (figure 1) [4] ?

En effet il existe, dans les conditions actuelles, une relation étroite entre croissance démographique, urbanisation et demande d'énergie. Au-delà de l'effet direct sur la consommation de combustibles ligneux de qualité commerciale, l'urbanisation nécessi-

tera des transports de produits en provenance de régions de plus en plus éloignées, alourdissant d'autant les factures d'hydrocarbures des pays. Il en sera de même en ce qui concerne la demande d'électricité, énergie dont la production demeurera essentiellement thermique dans un avenir proche.

On pourrait ici tenter de chiffrer l'importance du déficit vers lequel on s'achemine au niveau de l'ensemble sahélien. Cet exercice est rendu particulièrement délicat, d'une part, en raison des fortes carences de l'information statistique et, d'autre part, du fait des fortes disparités régionales existant au sein de chaque pays. On doit ainsi se méfier de certaines évaluations globales qui font état de bilans potentiellement équilibrés entre offre et demande d'énergies traditionnelles au niveau national alors que, en fait, coexistent au sein de chaque pays des zones de forêt – éloignées des centres urbains, difficiles d'accès et donc protégées – et des zones surexploitées. Ces bilans globaux, faussement rassurants, masquent la réalité des différenciations régionales et des coûts d'approvisionnement qui font que les stocks naturels ne constituent pas, dans les conditions actuelles du marché, des stocks commercialisables. Fort heureusement, pourrait-on d'ailleurs ajouter !

On peut cependant, à titre d'illustration, retenir une évaluation prospective de la demande d'énergies traditionnelles dans cinq pays sahéliens (Burkina Faso, Gambie, Mali, Niger et Sénégal) faite pour le compte de la Banque Mondiale [5]. Cette projection repose sur les deux scénarios d'évolution démographique retenus par l'équipe WALTIPS (figure 2) [4]

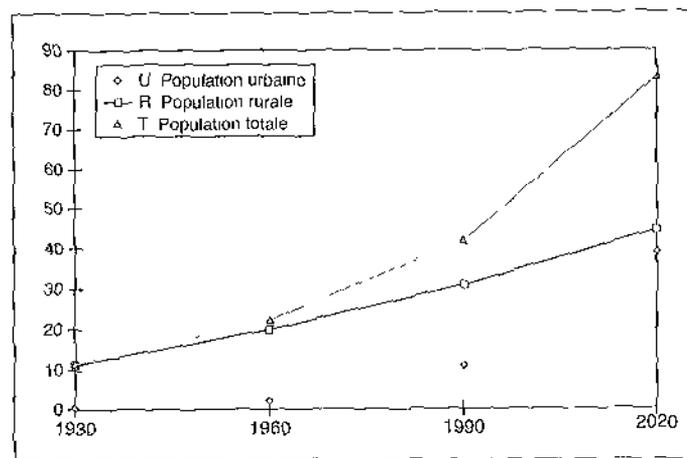


Figure 1 Évolution des populations urbaines et rurales du Sahel de 1930 à 1990 et projections jusqu'en 2020 (en millions de personnes) [d'après Mukanda-Bantu [4]]

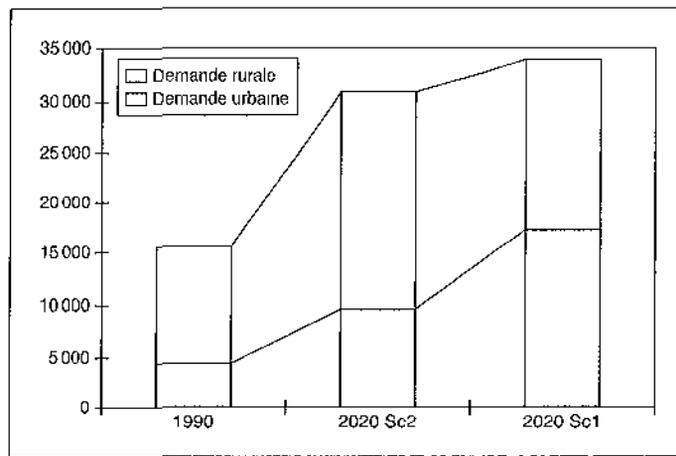


Figure 2. Demande potentielle totale d'énergies traditionnelles de cinq pays sahéniens à l'horizon 2020 (Burkina Faso, Gambie, Mali, Niger et Sénégal) en millions de tonnes/an 2020 Sc1. Scénario de croissance économique soutenue poursuivant les tendances observées sur la période 1960-1990

2020 Sc2 Scénario de croissance plus limitée, correspondant au ralentissement du taux d'augmentation des populations urbaines constaté durant ces dix dernières années

## Bibliographie

Percebois J. *Économie de l'énergie* Paris Economica, 1989, 689 p

Philips M. *La voie énergétique à moindre coût pour les pays en développement* Institut international pour les économies d'énergie, septembre 1991

Piveteau A. *ONG et développement agricole au Burkina Faso présence majeure et effets mineurs* ORSTOM, Ouagadougou, 1994

PNUD. *Burkina Faso, stratégie pour l'énergie ménagère*, 1991

ESMAP (Energy Sector Management Assistance Programme), rapport 134/91 Ouagadougou, juin 1991, 176 p

RPTES. *Examen des politiques, stratégies et programmes du sous-secteur énergétique traditionnel* Banque Mondiale Ouagadougou, février 1994.

Snrech S. *Pour préparer l'avenir de l'Afrique de l'Ouest une vision à l'horizon 2020* Paris OCDE/BAD/CILSS, décembre 1994

Sokona Y, Thomas JP. *Politiques d'efficacité énergétique et d'environnement dans les pays de la CEAO les énergies renouvelables* In *Expériences pratiques dans les pays en développement* Bibliothèque des matières premières, Paris. Economica, 1994

Soussan J, Evan-Mercer D, O'Keefe P. *Fuelwood policies for the 1990s. Energy Policy*, février 1992 137-44

Sy BS. *Approche intégrée dans la valorisation des ENR et des énergies traditionnelles, cas de la gestion des forêts naturelles et de l'électrification rurale solaire* CILSS/Banque Mondiale Ouagadougou, octobre 1994

Trossero MA. *La filière bois-énergie au Sénégal révision de la situation pour établir une stratégie d'action* Dakar, avril 1994

Dans les deux scénarios, la demande totale d'énergies traditionnelles fait plus que doubler en 30 ans. Dans l'hypothèse d'une croissance économique ralentie et d'une moindre urbanisation (scénario 2), cet accroissement est également réparti entre milieu urbain et rural, la consommation doublant pour chacune des catégories. Dans l'hypothèse d'un maintien des tendances passées, l'augmentation de la demande urbaine (près de 300 %) est beaucoup plus forte que celle de la demande rurale (50 %). La seule consommation urbaine d'énergies traditionnelles devrait alors dépasser la totalité de la consommation actuelle de la région (urbaine + rurale). Cette forte urbanisation, en revanche, simplifie quelque peu la question des énergies modernes en regroupant les consommateurs potentiels. Cependant, si l'urbanisation rend théoriquement plus facile l'offre du producteur, elle ne résout pas pour autant la question fondamentale de la demande qui est celle de la capacité économique (et culturelle) des consommateurs à acquérir les équipements puis à consommer des énergies modernes.

Un facteur d'évolution pourrait être la croissance économique, susceptible de modifier la capacité des populations à se porter acquéreur d'énergies modernes. D'après l'étude WALTPS [4], le niveau de vie du milieu urbain ne devrait pas augmenter. On ne doit donc pas en attendre des modifications endogènes des comportements de consommation en matière énergétique, sauf si les coûts comparatifs des différentes sources d'énergie évoluent. Cette évolution est d'ailleurs probable, le coût des

énergies traditionnelles étant vraisemblablement appelé à connaître des augmentations significatives liées à un éloignement toujours plus grand des zones de production. D'un autre côté, la dévaluation du franc CFA en 1994 a montré que certains événements exogènes pouvaient profondément modifier les données du problème.

## Le développement durable en point d'interrogation

À de rares exceptions près, la plupart des pays du monde connaissent à l'heure actuelle une situation de dépendance vis-à-vis de l'extérieur pour leur approvisionnement énergétique (hydrocarbures en particulier). La majorité d'entre eux cependant disposent de ressources économiques régulières leur permettant de se porter acquéreurs de ces produits sur les marchés mondiaux. Intégrés dans des modèles équilibrés d'échanges, leurs systèmes énergétiques peuvent être considérés comme parfaitement durables sur le plan économique. La situation est tout autre au Sahel. En matière d'offre énergétique, les pays sahéniens ne sont plus autosuffisants. En raison de leur développement économique limité, et malgré l'extrême faiblesse de leurs niveaux de consommation, ils ne peuvent pas non plus assurer par eux-mêmes leur approvisionnement en énergies sur les marchés mondiaux, si ce n'est par le biais de l'endettement ou de l'appel à l'aide internationale. Face à cette double rupture, l'avenir inquiète

## Résumé

La totalité de la consommation d'énergie des huit pays du Sahel ne représente que 1 ‰ de celle de la seule agglomération new yorkaise ! Cette consommation, qui est essentiellement le fait des ménages qui y recourent pour leurs besoins domestiques, porte principalement sur des combustibles ligneux surexploités. Le Sahel n'a pas encore effectué sa transition énergétique et les usages thermiques de l'énergie, caractéristiques des sociétés préindustrielles, priment encore sur les usages mécaniques, pourtant nécessaires à la croissance économique. La faiblesse des capacités économiques des États sahéliens ne permet pas d'envisager, à moyen terme, de solution durable à la question énergétique par un développement de l'usage des énergies modernes. Par ailleurs la forte croissance démographique, qui devrait accroître la consommation domestique, obscurcit encore plus un avenir déjà fort préoccupant, particulièrement en raison de la surexploitation des combustibles ligneux.

*Sujets . Énergie , Environnement*

## Summary

The total energy consumption of the eight Sahelian countries represents only 1‰ of that of New York! Households account for most of this consumption, mainly fuelwood for domestic uses, which is rapidly leading to desertification. Sahel is still in the preindustrial phase with respect to energy consumption, mostly for thermal rather than mechanical uses. The low economic potential of Sahelian countries hampers the switch to modern energy sources. The high population growth rate in this region is a serious concern for the future, chiefly with respect to overuse of fuelwood resources.

# Caractérisation et modélisation d'une nappe phréatique en hausse au Sahel (sud-ouest du Niger)

Guillaume Favreau  
Thèse de doctorat en sciences (271  
pages + annexes),  
réalisée à l'IRD de Niamey  
et de Montpellier,  
soutenue le 14 décembre 2000 à  
l'Université  
de Paris-Sud/Orsay



En milieu semi-aride, il est généralement admis qu'une baisse de la pluviométrie provoque une diminution des réserves des aquifères libres. En réalité, leur alimentation est également liée aux modifications de l'environnement. Au Sud-Ouest du Niger près de Niamey, la pluviométrie a subi comme partout au Sahel des variations importantes et le déboisement s'est accéléré au cours des dernières décennies. Dans un tel contexte une étude hydrogéologique, à la fois hydrodynamique et géochimique, a été entreprise pour estimer les impacts respectifs des variations climatiques et environnementales sur les ressources en eau souterraine.

L'étude concerne un secteur de 4 000 km<sup>2</sup> où l'aquifère sédimentaire est constitué de sables et de silts de la formation du Continental Terminal (Tertiaire). Dans un paysage pénéplané, l'alimentation de la nappe n'est pas diffuse mais intervient après concentration des eaux de ruissellement dans des mares endoréiques, dont la vidange par infiltration alimente la nappe. Depuis 10 ans, une centaine de suivis piézométriques ont mis en évidence une hausse continue de la nappe, en moyenne de 0,20 m/an. À plus long terme des mesures anciennes, dont une cinquantaine des années 60, ont été ré-analysées. Partout, les niveaux actuels sont les plus élevés jamais mesurés ; en

moyenne, la hausse depuis le début des années 60 est de 3,5 m. Ni l'irrigation (inexistante), ni le climat (pluviométrie excédentaire entre 1950 et 1970 puis déficitaire pendant les décennies 70-80) ne sont des causes possibles à cette situation inattendue. L'explication la plus convaincante est liée au déboisement de l'ordre de 30 % en 1950, l'emprise anthropique sur le paysage est passée à près de 100 % dans les années 90. Selon le schéma explicatif retenu, la déforestation a provoqué un encroûtement des sols, un afflux de ruissellement supplémentaire aux bas-fonds infiltrants et a donc résulté en une augmentation de la recharge.

Plusieurs méthodes permettent de quantifier l'augmentation récente de la recharge. La hausse piézométrique moyenne depuis 1990 implique, pour une gamme estimée de porosités de 5 à 15 %, un excès de recharge de 10 à 30 mm/an. Ces valeurs sont compatibles avec des estimations ponctuelles, basées sur le bilan hydrologique de bassins endoréiques de référence (10 à 80 mm/an selon les sites et les années). Pour quantifier à plus long terme la recharge, les teneurs en <sup>3</sup>H (période radioactive de 12,43 ans) et les activités en <sup>14</sup>C (période de 5 730 ans) du carbone inorganique total dissous (CITD) ont été analysées sur une quarantaine de puits

ou forages. Les teneurs en <sup>3</sup>H sont faibles, au maximum de 4,0 ± 1,0 UT (Unité Tritium). Les activités en <sup>14</sup>C du CITD varient entre 70 et 95 pCm (% de carbone moderne), pour une moyenne de 84 pCm, dans un milieu dépourvu de carbonate. Les taux de renouvellement annuels déduits par modélisation analytique, de l'ordre de 0,03 à 0,30 %, tiennent compte de l'augmentation récente des réserves et fournissent un taux de recharge « naturel » (i.e., sous savane arborée originelle) de l'ordre de 0,5 à 5 mm/an. Cette gamme est en accord avec le résultat de la modélisation hydrodynamique d'une dépression piézométrique naturelle existant sur la zone d'étude, qui implique une recharge régionale de l'ordre du mm/an.

Dans ce milieu typiquement sahélien, la recharge de la nappe a donc progressé d'un facteur 10 (de ~ 1 à plus de 10 mm/an) en 4 décennies. Une telle quantification de l'augmentation de la recharge provoquée par la déforestation est une première en Afrique. Sur la zone d'investigation, un prolongement possible pourrait concerner l'évolution de la qualité des eaux suite au déboisement (teneurs en nitrate). Ailleurs en Afrique semi-aride, d'autres hausses à long terme de nappe phréatique sont probables, même si elles n'ont pas encore été identifiées.

**Guillaume Favreau**