

Abdou Moumouni Dioffo (1929-1991)

Abdou Moumouni Dioffo
(1929-1991)

Le précurseur nigérien de l'énergie solaire

SOUS LA DIRECTION DE FRÉDÉRIC CAILLE

ÉDITIONS SCIENCE ET BIEN COMMUN
QUÉBEC



Abdou Moumouni Dioffo (1929-1991) by Frédéric Caille is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, except where otherwise noted.

Titre : Abdou Moumouni Dioffo (1929-1991). Le précurseur nigérien de l'énergie solaire

Auteurs et autrices : Sous la direction de Frédéric Caille

Design de la couverture : Kate McDonnell

Édition et révision linguistique : Caroline Dufresne et Florence Piron

ISBN ePub : 978-2-924661-48-2

ISBN pour l'impression : 978-2-924661-46-8

ISBN pour le PDF : 978-2-924661-47-5

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Dépôt légal – Bibliothèque et Archive nationale Canada

Dépôt légal – Bibliothèque nationale de France

Dépôt légal : 1^{er} trimestre 2018

Ce livre est sous licence Creative Commons CC-BY 4.0

Éditions science et bien commun

<http://editionscienceetbiencommun.org>

1085 avenue de Bourlamaque

Québec (Québec) G1R 2P4

Diffusion: info@editionscienceetbiencommun.org

Table des matières

Introduction Frédéric Caille	1
Partie I. Abdou Moumouni Dioffo : un penseur solaire	
1. Abdou Moumouni Dioffo, un demi-siècle solaire plus tard Frédéric Caille	5
2. L'énergie solaire dans les pays africains (1964) Abdou Moumouni Dioffo	15
3. La Conférence de Nairobi sur « L'éducation scientifique et technique dans ses rapports avec le développement en Afrique » (1969) Abdou Moumouni Dioffo	50
Partie II. Hommages	
4. Albert-Michel Wright, un présent empêché ou les quatre décennies de l'héliotechnique ouest-africaine Frédéric Caille	63
5. Pr Albert Wright rend hommage au Pr Abdou Moumouni Dioffo Albert-Michel Wright	66
6. Les énergies renouvelables dans l'espace ouest-africain Albert-Michel Wright	75

7. Abdou Moumouni Dioffo : « Aime! Souffre! Potasse! » Salamatou Doudou	86
--	----

Partie III. Les ateliers du solaire - l'ONERSOL 1969-1972

8. Photographies de Marc Jacquet-Pierroulet	105
---	-----

La collection Mémoires des Suds	119
---------------------------------	-----

À propos de la maison d'édition	121
---------------------------------	-----

Introduction

FRÉDÉRIC CAILLE

- Promouvoir les usages multiformes et le développement rapide de l'énergie solaire en Afrique;
- Perfectionner les procédés de conversion et les matériels;
- Défendre la priorité des investissements de recherche et de formation.

Tels furent les trois grands axes de l'action pionnière du physicien nigérien Abdou Moumouni Dioffo, premier grand spécialiste internationalement reconnu de l'énergie solaire issu du continent le plus ensoleillé de la planète.

Ce livre est un hommage à son travail dont la portée et le caractère précurseur nous sont plus sensibles que jamais, près d'un demi-siècle après la publication de ses articles majeurs.

Puissent les jeunes d'Afrique et d'ailleurs être nombreux à suivre son exemple!

À noter que les textes présentés ici (à l'exception de l'article de 1969 sur « La conférence de Nairobi » et du cahier photographique) sont aussi publiés dans l'ouvrage que j'ai co-dirigé avec Mamadou Badji *Du soleil pour tous. L'énergie solaire au Sénégal : un droit, des droits, une histoire* (2018, Éditions science et bien commun).

On trouvera dans ce livre :

- Une présentation d'Abdou Moumouni Dioffo, par Frédéric Caille :
 - « Abdou Moumouni Dioffo, un demi-siècle solaire plus tard »
- Une réédition de deux articles d'Abdou Moumouni Dioffo :
 - « L'énergie solaire dans les pays africains » (1964)

- « La conférence de Nairobi sur l'éducation scientifique et technique dans ses rapports avec le développement en Afrique » (1969)
- Une présentation d'Albert-Michel Wright, par Frédéric Caille :
 - « Albert-Michel Wright, un présent empêché ou les quatre décennies de l'héliotechnique ouest-africaine »
- Une reprise de deux textes d'Albert-Michel Wright, ingénieur héliotechnicien et ancien collaborateur d'Abdou Moumouni Dioffo. Il fut son successeur à la direction de l'Office Nigérien de l'Energie Solaire (ONERSOL) :
 - Pr Albert Wright rend hommage au Pr Abdou Moumouni Dioffo
 - Les énergies renouvelables dans l'espace ouest-africain
- Un texte de Salamatou Doudou sur la vie et le travail d'Abdou Moumouni Dioffo :
 - « Abdou Moumouni Dioffo : Aime! Souffre! Potasse! »
- Un portfolio d'une trentaine de photographies inédites de Marc Jacquet-Pierroulet, ancien volontaire français du progrès au laboratoire d'Abdou Moumouni Dioffo à Niamey :
 - « Les ateliers du solaire – L'ONERSOL 1969-1972 »

PARTIE I

ABDOU MOUMOUNI DIOFFO :
UN PENSEUR SOLAIRE

I. Abdou Moumouni Dioffo, un demi-siècle solaire plus tard

FRÉDÉRIC CAILLE

Pourquoi, se demandera-t-on, reprendre dans un ouvrage de 2018 l'article « L'énergie solaire dans les pays africains » écrit par Abdou Moumouni Dioffo plus d'un demi-siècle plus tôt, en 1964, soit une « éternité » dans le domaine de la technologie? À qui et à quoi une telle reprise pourrait-elle donc servir quand de nouveaux experts, de nouveaux brevets, de nouvelles potentialités des cellules photovoltaïques ou de nouveaux dispositifs de stockage électrique semblent sortir des laboratoires chaque année, chaque mois, et presque chaque jour? Et plus encore, que pourraient bien y apprendre et y gagner les lecteurs non techniciens et généralistes, les historiens et les juristes?

Le texte d'Abdou Moumouni Dioffo, publié pour la première fois dans la revue *Présence africaine*, répondra sans doute de lui-même à ces diverses interrogations. Les lecteurs en valideront facilement la qualité et la clarté qui se manifestent dès son introduction. Voici tout de même trois grands ensembles de raisons à l'origine de la présente réimpression (dont il faut d'ailleurs noter qu'elle est intégrale, à l'exception de quelques-uns des tableaux de comparatifs de mesures d'ensoleillement)¹.

1. Nous remercions la fondation Abdou Moumouni Dioffo et surtout madame Aïssata Moumouni d'avoir permis cette réimpression.

Un Africain de l'Ouest

À un premier titre, il convient de situer l'auteur Abdou Moumouni Dioffo et le contenu de son article dans l'histoire de l'énergie solaire au Sénégal, telle qu'évoquée dans l'ouvrage *Du soleil pour tous. L'énergie solaire au Sénégal : un droit, des droits, une histoire*. Abdou Moumouni Dioffo a été activement lié aux travaux conduits au Sénégal par Jean-Pierre Girardier et la Sofretes. Comme l'article le montre et le défend, la question solaire en Afrique est un enjeu qui ne saurait être envisagé dans une perspective étroitement nationale, particulièrement en termes de recherche et de formation. Les idées et les hommes du solaire, dès cette époque, mais aujourd'hui encore également², circulent et échangent, partageant espoirs et convictions, se « transfèrent de l'énergie », pour ainsi dire, avant même de « transférer l'énergie » en tant que telle...

Nous manquons pour l'heure d'informations précises sur les personnes et les savoirs qu'Abdou Moumouni a pu rencontrer et découvrir au Sénégal. Mais ne serait-ce que par son parcours et sa formation, on sait qu'il en a été bien plus qu'un visiteur de passage : élève à l'École normale William Ponty et au lycée Van Hollenhoven de Dakar durant quatre années avant son départ pour Paris en 1948, puis professeur dans la capitale sénégalaise durant deux ans, de 1956 à 1958. Si l'on prend en compte ses séjours successifs en Guinée, au Niger, au Mali, puis son installation définitive au Niger à partir de 1969, avec l'intermède de l'Union soviétique de 1961 à 1964, on a conscience d'être face à un véritable « Africain de l'Ouest », ce qui permet sans doute de mieux comprendre certains de ses partis pris théoriques et politiques.

Sénégalaise, malienne ou nigérienne, l'énergie solaire d'Abdou Moumouni Dioffo est en effet une « physique des hommes », ou peut-être « pour les hommes (et la société) », avant que d'être une forme de praxis

2. Voir la contribution du professeur Sissoko dans *Du soleil pour tous*.

des forces et de la matière. À rebours des moteurs d'action habituels de beaucoup de scientifiques, tels que succès de laboratoire ou prestige académique, son engagement dans la spécialité du solaire est d'abord pratique et concret, incluant dès le début des années 1970 le lancement au Niger de la première unité proto-industrielle de production africaine de chauffe-eau solaires, le travail sur l'optimisation bioclimatique de l'architecture vernaculaire traditionnelle pour les locaux de son laboratoire de l'ONERSOL de Niamey, ainsi que la finalisation de certains des tout premiers récepteurs solaires cylindro-paraboliques modernes³. On ne s'étonne guère, sur de telles bases, que ce soit lui qui, le premier, ouvrit de nouvelles portes à la pompe solaire Masson-Girardier mise au point à l'Institut de Physique météorologique de Dakar depuis presque une décennie, qui trouva dans le village de Bossey-Bangou, à 25 km de Niamey, sa première installation en conditions réelles. Au final, ces dimensions biographiques – une personnalité exceptionnelle et encore trop méconnue, des liens avec le Sénégal – justifient l'importance pluridimensionnelle de l'article d'Abdou Moumouni Dioffo.

Un scientifique précurseur

À un second titre, cependant, c'est le propos même de ce texte qui justifie sa réimpression : un propos sans doute très en avance sur son époque, en même temps que, pour l'essentiel, toujours parfaitement valide et stimulant.

La « fée énergie », commence en effet par souligner Abdou Moumouni

3. Sur tous ces points, et notamment pour des images de l'ONERSOL et des autres travaux d'Abdou Moumouni Dioffo, avec de nombreux témoignages, on renverra au beau documentaire récent de Malam Saguirou *Solaire made in Africa. L'œuvre du Pr Abdou Moumouni Dioffo* (Dangarama, France-Niger, 60 min), sorti en mars 2017 (Saguirou, 2017).

Dioffo, n'est pas une pure donnée statistique, technologique ou économique. Elle est, en tant que moyen essentiel de « transformation de la nature », le vecteur décisif de modification des « conditions de vie et d'être (matérielles, comme spirituelles) de l'homme lui-même ». L'énergie, en un mot, conduit et construit nos « conditions d'être ».

On a presque envie d'écrire que, ne serait-ce que pour cette phrase, « L'énergie solaire dans les pays africains », aurait mérité sa reprise. L'énergie, nous dit le jeune physicien nigérien à l'orée des indépendances, façonne nos conditions « en tant qu'êtres », nos capacités « à être des êtres », nos manières de vie et de vivre, nos horizons à la fois empiriques et existentiels. Et c'est la raison pour laquelle toute réflexion sur l'énergie est par nature une anthropologie et, en tant que telle, non seulement technique, mais culturelle, politique et juridique.

Abdou Moumouni Dioffo avait 35 ans en 1964. Ce fut au Laboratoire d'héliotechnique de l'Institut d'Énergétique de l'Académie des Sciences de Moscou qu'il écrivit son texte, c'est-à-dire dans l'un des États les plus avancés de l'époque en cette matière « héliotechnique », selon le nom que portent alors les technologies solaires⁴. Abdou Moumouni Dioffo a été le premier Africain francophone agrégé de physique à l'Académie de Paris en 1956, de trois ans le cadet de son contemporain sénégalais Cheikh Anta Diop (né en 1926), lui aussi chimiste et enseignant de physique en France. Se sont-ils rencontrés, appréciés, ont-ils échangé sur la science, l'éducation et la matière solaire? Il est pour l'heure impossible de répondre. Tout au plus peut-on supposer qu'Abdou Moumouni Dioffo savait, comme son aîné de conviction et d'expérience, que le « savoir » est l'autre nom de « l'émancipation », et que « l'instruction est comme la liberté : cela ne se donne pas, cela se prend » (Rancière, 1987, p. 177).

Vérité simple, vérité première, qui traversa tout son message pédagogique et scientifique, et pas seulement dans le domaine solaire.

4. Voir pour la France le bilan proposé par Marcel Perrot dans Perrot, 1963.

Ouvrons ainsi *L'éducation en Afrique*, le seul livre écrit par Abdou Moumouni Dioffo, mais quel livre, célébré en son temps (bien que hélas difficile à trouver aujourd'hui), publié en cette même année 1964, dans la collection « Les textes à l'appui », série sociologique, de l'éditeur Maspéro :

Ce serait s'arrêter à mi-chemin que de se contenter de l'étude des seuls aspects techniques d'une réorganisation complète du système de l'éducation en Afrique Noire. En effet, ici comme dans le domaine de toutes les transformations sociales, il ne peut et ne saurait y avoir de solutions purement techniques, n'en déplaise aux techniciens africains ou étrangers qui se retranchent derrière une prétendue objectivité ou neutralité de la science et de la technique pour éviter l'examen des conditions politiques, économiques et sociales requises pour la mise en œuvre effective et efficace de telle ou telle solution technique préconisée. C'est là, il est vrai, un procédé commode et excellent pour cacher les véritables intérêts que sert le technicien, car si en un sens la science et la technique sont neutres, le technicien lui ne peut l'être; mais la neutralité prétendue permet de servir l'impérialisme et le néo-colonialisme sous le couvert de l'aide technique aux pays africains, ou même plus banalement, de servir le maître du jour, se faire sa place sous le soleil, en attendant de pouvoir manger à d'autres râteliers. (Moumouni, 1964, p. 357)

Il n'est pas de sciences, de techniques, d'expertises totalement neutres ou désintéressées. Le diagnostic, rugueux, est à la mesure des attentes et des enjeux éducatifs qu'Abdou Moumouni Dioffo documenta et analysa sa vie durant (Moumouni, 1969). « Ce n'est qu'avec la maîtrise de la technique, et de la science, l'utilisation des procédés et dispositifs modernes que des changements rapides pourront s'effectuer, en même temps que s'élèvera la productivité du travail », écrit-il. Et de citer Frantz Fanon :

Il faudrait peut-être tout recommencer, changer la nature des exportations et non pas seulement leur destination, réinterroger

le sol, le sous-sol, les rivières et pourquoi pas le soleil. (Cité dans Moumouni, 1964, p. 265)

Cheikh Anta Diop, presque à la même date, ne disait pas autre chose. Le soleil ne donne de réponses qu'aux questions qu'on lui pose. Et il est beaucoup de murs à franchir, scientifiques autant que géopolitiques, pour entendre sa voix. Il appartient aux Africains, à la jeunesse et aux écoles de les lui poser.

« Élucubrations d'intellectuels en mal d'occupations concrètes? », feint de s'interroger Moumouni au début de son article sur l'énergie solaire, avant que l'ensemble de son propos ne s'en déroule comme un démenti cinglant. Les mesures de rayonnement, le patient et bien pragmatique effort pour souder des tubes de collecteurs solaires, le plaidoyer et l'action en faveur de la démocratisation et de la massification de l'éducation technologique en Afrique furent, à n'en pas douter, sa réponse aux mécanismes constitutifs de l'hégémonie scientifique à l'échelle internationale ou, si l'on préfère, au grand défi du desserrement de ce que la nouvelle histoire des sciences à l'échelle globale a nommé les relations « entre domination politique, circulation des savoirs et production d'espaces asymétriques de recherche scientifique » entre pays (Dumoulin Kervran, Kleiche-Dray et Quet, 2017, p. 427) : la recherche d'une « autre science », une « science ouverte », qui développe le pouvoir d'agir tant des chercheuses et chercheurs que des populations du Sud (Piron, Régulus et Dibounje Madiba, 2016).

De ce point de vue, comme le montre la note 6 de son article, Abdou Moumouni Dioffo fut indiscutablement très tôt vigilant. L'épisode évoqué dans cette note, à savoir la disparition à l'aéroport d'Orly d'une valise d'appareils de mesure destinées à l'Afrique, passerait presque pour rocambolesque si l'on ignorait la réalité des relations de pouvoir scientifique et les enjeux que pouvait dès cette période revêtir le développement ou non de technologies solaires proprement africaines. Au demeurant, légère exagération ou pas de la part du scientifique nigérien, on y verra d'abord la marque d'une « justice cognitive » dont il ne

cessera sa vie durant de poser le diagramme et les exigences, une quête dont Jean-Pierre Girardier lui-même s'est souvenu devant la caméra de Malam Saguirou, en évoquant les conférences internationales auxquelles ils avaient pu participer de concert :

L'une des dernières auxquelles j'ai assisté avec lui, c'était à Cannes, une grande réunion où les scientifiques africains avaient la parole. Mais il n'y en avait pas beaucoup qui parlaient... Moumouni, lui, il prenait la parole. Je me souviens très bien ce qu'il a dit au ministre français de l'époque, qui lui demandait : « Vous avez besoin de quoi? » Moumouni lui répond : « Ce que je souhaite déjà, c'est que vous me transfériez toutes les données scientifiques de nos pays que vous avez chez vous à Paris ». Cela m'avait beaucoup... complètement troublé. Mais ça, c'est Moumouni typique. (Saguirou, 2017)

Des technologies solaires africaines pour l'Afrique

Fallait-il, dès lors, ne pas reprendre dans cette réimpression de son article les observations liminaires les plus strictement liées à la « physique » solaire? Nous avons fait le choix de les conserver tant elles témoignent d'une rigueur et d'un effort de connaissance remarquables. Tant également elles font comprendre aux non-physiciens, aux non-spécialistes, que l'énergie solaire ne demande pas uniquement des matériels coûteux, des laboratoires climatisés et des ballets de blouses blanches. La patiente compilation des heures et des intensités de rayonnements et les études localisées évoquées par Abdou Moumouni Dioffo peuvent suffire. Un crayon, du papier, de la méthode étaient les premiers outils sur lesquels il s'appuya.

Les conclusions?

Pratiquement, on peut disposer, jusqu'à la limite de la zone forestière proprement dite, de 7 à 9 heures de soleil par jour pour faire fonctionner tel ou tel dispositif de conversion sans trop grande inertie, et en moyenne un jour sur deux il pourra fonctionner de façon continue.

Lisons, relisons : un jour sur deux, au moins, une énergie *continue*. Le Sahara : 1 kg de charbon par mètre carré et par jour :

La chaleur recueillie pendant une année équivaldrait, par mètre carré de surface horizontale, à celle fournie par la combustion de 156 à 364 kg de houille de qualité moyenne, soit environ 1/2 à 1 kg par jour.

Chaque jour un kilo de charbon, sans CO₂, sans fin, sans presque d'efforts, sans bruit, comme en « harnachant » les rayons du soleil... La démonstration d'Abdou Moumouni Dioffo rejoint celles d'Augustin Mouchot et de Frank Shumann, ses grands devanciers dans l'étude et l'expérimentation du potentiel énergétique saharien et sahélien (Caille, 2018). La cuisson, le séchage et la force mécanique sont donnés aux Africains du futur comme à l'infini. Mais, cela étant, une évidence : le même solaire ne vaut pas pour toute l'Afrique, ce qui signifie par exemple que « la valeur minimum, correspondant au mois d'août à Niamey, est de 220 kilocalories par mètre carré et par heure, soit presque autant que la moyenne annuelle de Léopoldville ».

Abdou Moumouni Dioffo pense certes une Afrique unie sous le solaire, unie sous la recherche et le développement de l'énergie solaire. Mais il pense également une Afrique diverse, à la fois cohérente et contrastée, en ce domaine comme dans tant d'autres. Avec un résultat général : en Afrique, avec peu de variations suivant les mois de l'année, et à l'exception des deux mois de pluie et de la zone dite « forestière », l'énergie solaire est bien un réservoir potentiel constant et fiable de force de vie et de travail.

« Une telle orientation en matière de politique énergétique nous semble être la plus intelligente, en même temps d'ailleurs que la plus spécifiquement africaine », peut-il alors légitimement conclure.

Mais avant de laisser à chacun le soin de découvrir ce texte, relevons pour finir l'humour et l'ironie discrète du physicien nigérien, si nécessaire, ainsi que son optimisme et sa volonté qui traversent tous ses écrits et que Jean-Pierre Girardier a bien soulignés :

La grande force de Moumouni, c'est d'être un optimiste dans la recherche. Il pensait qu'il faut continuer à chercher, continuellement à chercher, au profit de son propre pays. Son idée de base, qui a marqué, je crois, toute sa vie, c'était de faire des recherches qu'il était capable de mener lui-même, dans son propre pays, avec ses moyens. Il faisait quelque chose dont non seulement on pouvait maîtriser l'amont, au niveau scientifique, mais aussi l'aval, au niveau de la fabrication. Son leitmotiv c'était : où est-ce que je fabrique, comment est-ce que je peux fabriquer cela chez moi? [...] Il avait une grande foi dans la prise en charge par les Africains eux-mêmes de leurs propres recherches. C'est tellement facile d'acheter des trucs qui viennent de Chine, des États-Unis ou d'ailleurs... Mais ce n'est pas avec cela que vous faites progresser votre pays. (Saguirou, 2017)

Références

Caille, Frédéric. 2018. « L'énergie solaire thermodynamique en Afrique. La Société française d'Études thermiques et d'Énergie solaire, ou Sofretes (1973-1983) ». *Afrique Contemporaine*, Premier trimestre (Numéro spécial « L'énergie en Afrique »).

Dumoulin Kervran, David, Mina Kleiche-Dray, et Mathieu Quet. 2017. « Les STS ont-elles un Sud ? Penser les sciences dans/avec les Suds ». *Revue*

d'anthropologie des connaissances 11 (3) : 423-54. <https://doi.org/10.3917/rac.036.0423>.

Moumouni Dioffo, Abdou. 1964. *L'Éducation en Afrique*. Paris : F. Maspero.

Moumouni Dioffo, Abdou. 1969. « La conférence de Nairobi sur l'éducation scientifique et technique dans ses rapports avec le développement en Afrique ». *Présence Africaine*, no 69 : 178-87.

Perrot, Marcel. 1963. *La Houille d'or ou l'énergie solaire*. Le bilan de la science. Paris : Fayard.

Piron, Florence, Samuel Régulus, et Marie Sophie Dibounje Madiba, éd. 2016. *Justice cognitive, libre accès et savoirs locaux*. Québec : Éditions science et bien commun.

Rancière, Jacques. 1987. *Le maître ignorant. Cinq leçons sur l'émancipation intellectuelle*. Paris, Fayard. 231.

Saguirou, Malam. 2017. *Solaire made in Africa. L'œuvre du Pr Abdou Moumouni Dioffo*. Documentaire. Dangarama.

2. L'énergie solaire dans les pays africains (1964)

ABDOU MOUMOUNI DIOFFO

Article publié en 1964 dans la revue *Présence africaine* (numéro 2, pp. 96-126), avec un sous-titre : « Les voies de son utilisation et les possibilités qu'elle ouvre au développement économique et social des campagnes africaines et à la mise en œuvre d'une politique rationnelle de l'énergie par les pays africains »

De l'importance et du rôle de l'énergie dans le monde moderne. Problèmes énergétiques des pays africains et les voies de leur solution

Le rôle et l'importance de l'énergie sous toutes ses formes (combustibles classiques, houille, hydrocarbures liquides et gazeux; électricité; combustibles nouveaux, uranium et autres matières premières de l'énergie « atomique ») dans la vie moderne découlent fondamentalement de ce fait que la « fée énergie » est devenue un des moyens essentiels de la transformation de la nature par l'homme contemporain, transformation qui est aussi et simultanément celle des conditions de vie et d'être (matérielles, comme spirituelles) de l'homme lui-même. Il n'est donc pas étonnant qu'il soit devenu classique de caractériser le développement d'une société donnée, en tant que se rapportant précisément à l'ampleur de la transformation déjà réalisée de la nature par l'homme de cette société, et, parallèlement, des conditions de vie et d'être de ce dernier, par la consommation d'énergie par tête d'habitant. De fait, l'on sait que les pays développés se singularisent sous

cet angle par l'importance, les pays sous-développés par la faiblesse de leur consommation respective d'énergie. Il n'est guère besoin de grands discours pour faire constater et comprendre que la progression de la production et de la consommation d'énergie est un impératif du développement; d'où la progression constante des besoins en énergie et de sa consommation dans le monde.

D'un point de vue tout à fait général, les sources d'énergie actuellement exploitées ou décelées (gisements de houille, tourbe ou lignite, réserves de pétrole et de gaz naturel, gisements d'uranium, etc.) sont non seulement toutes épuisables, mais même s'épuisent à un rythme rapide : témoin la mise en exploitation des anciennes réserves, la fermeture d'anciens puits et mines et la recherche effrénée et permanente de nouveaux gisements, accompagnée de la mise en œuvre de tous les moyens politiques et économiques susceptibles d'en assurer le contrôle par telle ou telle puissance ou groupe de puissances dans le monde. Et ce trait ne peut aller que s'accroissant au fur et à mesure de la croissance de la consommation d'énergie dans le monde, surtout si l'on tient compte des besoins des pays actuellement sous-développés qui se révèlent heureusement très souvent propriétaires – aujourd'hui encore théoriques – des gisements les plus importants parmi ceux actuellement connus. De plus, les combustibles classiques (houille, pétrole et gaz naturel) tendent de plus en plus à devenir le point de départ d'industries nouvelles : matières plastiques, fibres et résines synthétiques, etc., ce qui contribue à en augmenter très notablement la consommation à l'échelle mondiale. Les considérations qui précèdent suffisent à expliquer l'éveil de l'intérêt porté par les pays développés à l'utilisation de l'énergie solaire.

Quant aux pays africains et aux pays sous-développés, d'une façon plus générale, s'ils semblent aujourd'hui littéralement « gâtés » par la Providence pour ce qui est des sources classiques et nouvelles d'énergie (hydrocarbures et minerais d'uranium en particulier), il vaut cependant d'être remarqué que la consommation ira en augmentant de façon très importante, compte tenu de l'exportation. Eu égard au rôle des hydrocarbures (pétrole et gaz naturel) comme matières premières

d'industries aussi intéressantes pour nos pays que celles des plastiques et autres polymères, les pays africains n'ont évidemment aucun intérêt à consommer eux-mêmes (*a fortiori* faire consommer par d'autres) sans discernement leurs réserves pour les épuiser aujourd'hui ou dans un proche avenir. S'il est vrai que les réserves existantes d'énergie hydro-électrique (Niger, Congo, Nil, région des Grands Lacs, etc.) sont elles aussi importantes, l'on doit réaliser qu'elles seront à plus ou moins brève échéance insuffisantes pour couvrir tous les besoins en énergie d'une Afrique industrialisée : fourniture d'énergie aux agglomérations urbaines, aux différents complexes industriels et à une agriculture de plus en plus mécanisée. Par ailleurs, remarque à notre avis capitale, les caractéristiques géographiques et démographiques de notre continent : grande superficie (donc grandes distances), faible densité de population, prédominance de l'agriculture au départ et existence de conditions naturelles exceptionnelles pour un grand nombre de cultures, enfin abondance de matières premières indispensables à la mise sur pied d'ensembles industriels divers, tout montre qu'il faudrait un réseau de distribution exagérément développé si l'on envisageait la solution de l'électrification du pays par les voies classiques; il semble au contraire plus rationnel de s'orienter vers l'utilisation de réseaux électriques pour l'alimentation de grands ensembles ou complexes industriels judicieusement répartis et implantés en fonction des matières premières à traiter, pour le développement des agglomérations urbaines qui posent et poseront tant de problèmes, pour la mise sur pied enfin de zones de culture intensive et des industries qui en dépendront. Par contre, l'énergie solaire (et l'énergie « atomique ») disponible partout, et particulièrement dans les zones saharienne et sahélienne, où justement le développement de l'agriculture et de l'élevage est conditionné par la solution du problème de l'eau (problème qui se ramène à la fourniture d'énergie) pourrait devenir la source principale d'énergie pour les petites agglomérations de brousse et leurs activités diverses – agricoles, artisanales – sous la forme de stations de faible ou moyenne puissance. Dans l'immédiat, elle semble offrir une des voies les plus adaptées susceptibles d'être à la base d'une

progression rapide de la campagne africaine, du moins dans la zone sahélienne où elle est disponible dans les conditions les plus favorables.

Une telle orientation en matière de politique énergétique nous semble être la plus intelligente, en même temps d'ailleurs que la plus spécifiquement africaine; encore faudrait-il, pour qu'elle fût possible, que la Balkanisation actuelle des pays de l'Afrique Noire soit liquidée, préalable indispensable à tout progrès réel et à la mise en œuvre des potentialités immenses qui sont celles des pays africains¹.

Mais les ressources africaines d'énergie solaire permettent-elles de fonder de si grands espoirs? D'aucuns pensent peut-être déjà qu'il s'agit ni plus ni moins d'élucubrations d'intellectuels en mal d'occupations « concrètes ». Nous examinons cette question dans ce qui suit, sur la base des données actuellement disponibles.

Ressources africaines d'énergie solaire

A) Les différents facteurs qui déterminent l'importance et les possibilités d'utilisation de l'énergie solaire

Avant d'aborder l'examen et l'analyse des chiffres, nous passerons en revue les différents facteurs servant à caractériser l'importance de l'énergie solaire et les possibilités de son utilisation. S'agissant en fait de la chaleur déversée quotidiennement par le soleil en un point donné de la terre, il est facile de comprendre que trop de facteurs exercent

1. Ce qui ne veut nullement dire qu'il faille attendre ce jour pour s'engager dans les différentes voies d'utilisation de l'énergie solaire.

une influence dans ce domaine pour pouvoir être analysés en détail ici : position géographique, conditions climatiques, voire microclimat du lieu d'observation, etc. On peut cependant retenir comme caractéristiques les plus essentielles :

- l'ensoleillement, soit que l'on considère la durée totale d'ensoleillement, soit que l'on s'intéresse plus particulièrement à l'ensoleillement continu;
- l'importance du flux du rayonnement solaire² sur la surface de la terre (surface horizontale) ou sur une surface orientée perpendiculairement aux rayons solaires.

1. La durée d'ensoleillement est le nombre total d'heures par jour, semaine, mois, saison ou année pendant lesquelles les rayons du soleil atteignent la surface de la terre : plus cette durée est importante, et plus est grande la quantité de chaleur apportée par le soleil pendant le laps de temps considéré (jour, mois, saison, année). La durée d'ensoleillement elle-même dépend de facteurs géographiques et climatiques : latitude du lieu, son altitude par rapport au niveau de la mer, proximité ou non de cette dernière, régime de formation des nuages (nébulosité); ces facteurs déterminent avec d'autres – régime des vents, texture du sol, présence ou absence d'agglomération industrielle – la transparence de l'atmosphère pendant la période envisagée; toutes choses intimement liées à la géographie physique et humaine du lieu intéressé. Bien entendu, la notion d'ensoleillement est elle-même relative : il y a toujours plus ou moins de soleil (de jour bien sûr) même en présence de nuages et une définition précise est en fait admise dès qu'on adopte un procédé de mesure déterminé.
2. D'un autre côté, et du point de vue des possibilités pratiques d'utilisation de l'énergie solaire, on peut comprendre la grande

2. Il s'agit de l'énergie reçue par l'unité de surface pendant l'unité de temps, et qui sera mesurée en calories dans la suite de ce texte.

signification que revêt la durée d'ensoleillement continu, qui correspond, comme son nom l'indique, à un ensoleillement sans interruption dès qu'il s'agit d'utilisation pratique de l'énergie solaire, en fait de la transformation (on dit aussi la conversion) de cette énergie en d'autres formes d'énergie – électrique, mécanique, etc. Il n'est pas du tout indifférent que l'ensoleillement soit de dix heures séparées par des interruptions ou de dix heures ininterrompues; un moteur ou une batterie solaire travaillant dans les conditions de la première alternative devrait effectuer dix démarrages et dix arrêts (en supposant que son inertie soit négligeable, ce qui n'est pas forcément vrai) alors que la seconde alternative correspond à un seul démarrage; en d'autres termes, le consommateur serait soumis, dans le premier cas, à neuf coupures, et à zéro dans le second. Sans compter que la durée totale de fonctionnement est certainement nettement moindre dans le premier cas que dans le second. On saisit là, directement, l'importance de la durée d'ensoleillement continu.

En général, pour un laps de temps donné (jour, semaine, mois, etc.) la durée globale d'ensoleillement continu croît, pour un nombre donné d'heures envisagées (2, 3, 4, 6, 7, 8, ou 10 h par exemple), avec la durée totale d'ensoleillement; au contraire, pour un laps de temps et une durée d'ensoleillement total déterminés, le nombre total d'heures d'ensoleillement continu correspondant, diminue quand augmente la valeur de la durée d'ensoleillement continu envisagée.

3. L'utilisation de l'énergie solaire se ramenant en définitive à la transformation du rayonnement recueilli en d'autres formes d'énergie – mécanique, s'il s'agit d'un moteur solaire, calorifique s'il s'agit d'un four solaire, électrique dans le cas de batteries solaires –, pendant un laps de temps donné, on disposera, toutes choses égales par ailleurs, d'une quantité d'énergie d'autant plus grande que l'énergie du rayonnement solaire disponible par unité de surface et par unité de temps sera elle-même plus importante. Or, s'il est vrai que le rayonnement solaire apporte en moyenne 1/10 de watt par centimètre carré de surface orientée perpendiculairement aux rayons

solaires, les valeurs effectivement observées en divers points de la terre oscillent autour de cette moyenne et peuvent s'en écarter très notablement. Précisons d'ailleurs que le flux d'énergie reçue dépend de l'orientation de la surface réceptrice : en particulier, une surface horizontale reçoit une quantité d'énergie variable avec la position du soleil dans le ciel, au cours de son mouvement apparent diurne; il en est de même pour une surface inclinée sur l'horizon ou orientée perpendiculairement aux rayons solaires. En même temps que de la position du soleil et de l'inclinaison de la surface réceptrice, le rayonnement reçu dépend également de l'état de l'atmosphère-nébulosité, humidité, poussières atmosphériques, etc.; bref, des conditions météorologiques.

Enfin, particularité qui mérite d'être signalée et soulignée, le rayonnement solaire qui tombe sur une surface donnée (horizontale ou inclinée sur l'horizon) comprend deux parties distinctes : une première correspond au rayonnement qui s'est propagé directement du soleil à la surface considérée (rayonnement direct); la seconde partie parvient à la surface de différentes directions du ciel et provient de la diffusion du rayonnement solaire par les particules matérielles de l'atmosphère (air, vapeur d'eau, poussières atmosphériques, autres particules du rayonnement cosmique); cette dernière composante du rayonnement solaire porte le nom de composante diffuse (rayonnement diffus ou du ciel) et existe du reste aussi bien le jour que la nuit (rayonnement du ciel nocturne). L'importance relative de l'une ou l'autre des composantes du rayonnement solaire dépend de l'orientation de la surface, de l'état de l'atmosphère et de la position du soleil; par temps clair, le rayonnement diffus peut constituer une fraction du rayonnement total variant entre $1/10$ et $1/5$, alors que par temps couvert la proportion peut atteindre et même dépasser 50 % du rayonnement total.

B) L'ensoleillement dans les différentes régions de l'Afrique Noire

L'étude qui suit ne s'étend pas de façon égale à toutes les régions de l'Afrique Noire³ et n'a pas la prétention d'épuiser le sujet. Parmi les données disponibles, nous avons choisi celles relatives à des points géographiques situés dans les différentes zones climatiques (Sahara, Sahel, forêt claire, forêt dense) et présentant par ailleurs une assez grande diversité quant aux autres caractéristiques (altitude au-dessus du niveau de la mer, distance à la mer, latitude, etc.). Le but visé est avant tout de permettre de fixer les ordres de grandeurs, de dégager l'influence des facteurs les plus essentiels, enfin de donner la base d'une orientation correcte dans l'examen des problèmes soulevés par l'utilisation de l'énergie solaire en Afrique Noire (voir tableau I⁴).

a) En ce qui concerne la durée d'ensoleillement continu, les résultats des observations météorologiques, tels qu'ils sont actuellement présentés, ne sont d'aucun secours; il faut donc refaire le dépouillement des héliogrammes (bandes d'enregistrements des héliographes - appareils qui mesurent la durée d'insolation) pour disposer des données requises. Nous avons pu seulement faire ce travail pour sept stations de la République du Niger et sur une période de six années. Les résultats sont les suivants (voir tableau II⁵).

b) Conclusions générales

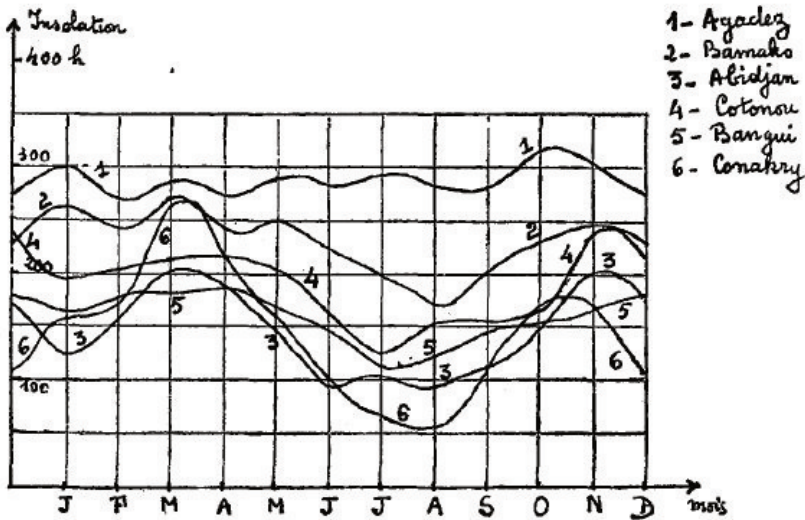
1. L'insolation est particulièrement importante pour les points des
3. D'une part, réunir une documentation complète représente un travail au-dessus des forces et des moyens d'un chercheur, de l'autre, le travail d'élaboration nécessaire l'est aussi.
4. Note de la présente édition : le tableau n'a pas été reproduit.
5. Note de la présente édition : le tableau n'a pas été reproduit.

zones saharienne et sahélienne où, selon la latitude et la proximité de la mer, sa valeur quotidienne varie entre 7 h et 9 h 30, la somme annuelle oscillant entre 2 600 et 3 400 heures. Elle reste encore très appréciable dans la zone de transition entre la savane et la forêt, mais devient faible dans la zone forestière. Fait tout à fait compréhensible et familier à tous ceux qui ont assez parcouru les différentes régions de l'Afrique : l'évolution du régime des pluies (donc de la nébulosité) joue ici un rôle primordial. Il n'est pas sans intérêt de relever que les régions les plus favorisées à cet égard sont aussi celles qui, par contre, sont défavorisées sur le plan de l'abondance des précipitations atmosphériques, et où par conséquent, le problème de l'eau se pose avec une acuité plus ou moins grande, tant en ce qui concerne les besoins stricts de l'homme que vis-à-vis de ceux du bétail et de l'agriculture.

2. L'importance de l'insolation continue augmente effectivement avec la durée de l'insolation totale; de plus, la durée totale correspondant à l'insolation continue, pour tous les points considérés, est sensiblement stable pour des valeurs de l'insolation continue comprises entre 6 et 9 heures et représente environ la moitié de la durée d'insolation totale, atteignant même les deux tiers pour des durées d'insolation continue se situant entre 3 et 6 heures.
3. La variation de l'insolation avec le lieu d'observation n'est cependant pas simple, comme le montre une carte que nous avons établie, et sur laquelle sont figurées les lignes d'égale insolation annuelle d'après les données dont nous avons pu disposer.
4. Au total, de vastes régions de l'Afrique Noire présentent des caractéristiques très intéressantes sur le plan de la durée d'insolation : non seulement la valeur annuelle y est très grande, mais encore les valeurs mensuelles sont remarquablement stables en dehors de deux à trois mois de l'année (saison des pluies) pour lesquelles l'insolation est pourtant encore loin d'être négligeable. Pratiquement, on peut disposer, jusqu'à la limite de la zone forestière proprement dite, de 7 à 9 heures de soleil par jour pour faire fonctionner tel ou tel dispositif de conversion sans trop grande

inertie, et en moyenne un jour sur deux il pourra fonctionner de façon continue (voir graphique ci-dessous).

Courbes d'insolation mensuelle



C) L'intensité du rayonnement solaire dans les différentes régions de l'Afrique Noire

Bien qu'un réseau assez important de stations d'observation météorologique existe dans la plupart des pays d'Afrique Noire depuis plusieurs dizaines d'années (certaines stations ont plus de vingt, d'autres plus de trente ans d'existence), on ne dispose, en fait de mesures relatives au rayonnement solaire, que de très peu ou pas de données; la quasi-

totalité des stations étaient essentiellement chargées d'observations indispensables pour l'exploitation des lignes aériennes (régime des vents, nébulosité et visibilité, pluviométrie). Seules quelques stations ont été équipées d'héliographes (appareils permettant d'enregistrer quotidiennement l'insolation) : en moyenne une demi-douzaine par territoires de l'ancienne A.O.F., deux à cinq par territoire pour l'ancienne A.E.F., quelques unités au Nigéria, au Kenya, au Congo ex-belge, en Angola... Densité dérisoire, si on songe à l'immensité des espaces. Quant aux mesures quantitatives de rayonnement, on ne s'en est guère occupé, à de très rares exceptions près (Nairobi au Kenya, Elizabethville et Stanleyville au Congo), pour la simple raison que les pilotes n'en ont point besoin.

Il a fallu attendre l'organisation de l'année géophysique internationale pour voir démarrer des mesures de rayonnement pour un nombre d'ailleurs très limité de stations en Afrique Noire; encore, ne s'étendent-elles que sur une période de quelques mois à deux années suivant le cas. D'ailleurs, dès la fin de l'année géophysique internationale, les appareils de mesure ont été remballés et réexpédiés en Europe et les observations interrompues de ce fait; la lacune reste donc à combler, et s'il faut en croire notre propre expérience, elle n'est pas bien près de l'être : les États africains ne se soucient guère ou bien peu de telles questions (les dépenses éventuelles n'ont pourtant rien d'exorbitant), qu'ils laissent volontiers entre les mains de ceux qui sont censés s'en occuper pour nous; ces derniers s'en occupent fort bien, témoin l'aventure qu'a connue une valise d'appareils de mesure que nous voulions amener en Afrique⁶. Quoi qu'il en soit, force nous est de nous en tenir aux seules données existantes, en attendant d'en disposer de plus étendues dans le temps et l'espace africain.

6. Elle a en effet disparu sans aucune trace à Orly, sans que des démarches effectuées pendant trois mois aient eu le moindre résultat.

Intensité du rayonnement solaire sur une surface horizontale

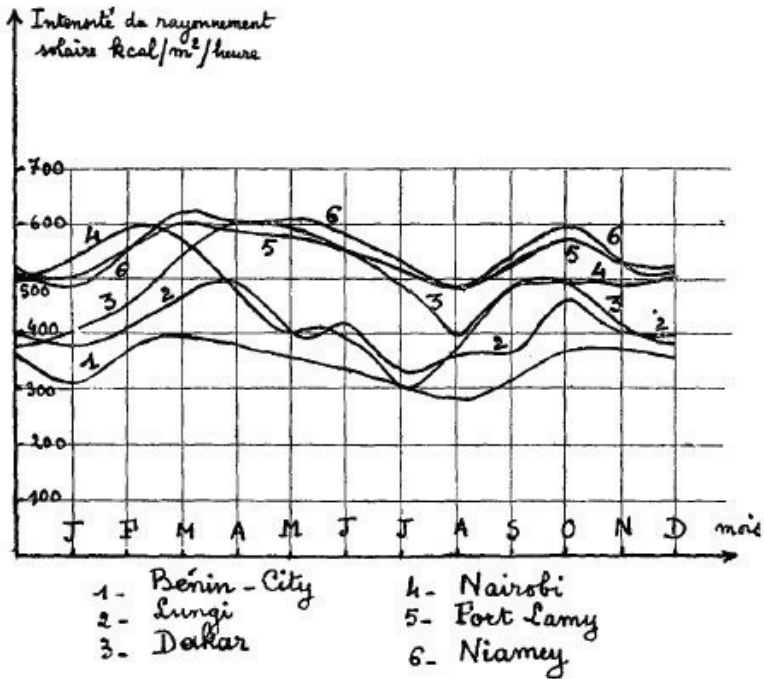
Les données ci-dessous se rapportent au rayonnement total (direct plus diffus); de plus les calculs d'intensité moyenne ont été conduits en ne prenant en considération que les 10 heures de la journée (5 avant et 5 après midi, heure solaire du lieu) pour lesquelles l'importance du rayonnement justifie une utilisation éventuelle. Tous les résultats ont été rapportés à une surface de 1 mètre carré et à une durée de 1 heure.

a) Intensité du rayonnement solaire total (direct diffus) sur une surface horizontale en kilocalories par mètre carré et par heure : moyennes pour les différents mois de l'année (voir tableau III).

b) Conclusions d'ordre général

1. La remarque précédemment faite relativement à la variation de la durée d'insolation quand on passe d'un point géographique ou d'une zone climatique à l'autre reste valable en ce qui concerne l'intensité du rayonnement solaire : celui-ci, de valeur importante presque partout, est particulièrement élevé dans les régions sahéliennes et sahariennes.
2. Les oscillations d'un mois à l'autre de l'intensité du rayonnement solaire total sur une surface horizontale sont relativement faibles en dehors des mois de la saison des pluies pour lesquels on observe cependant des valeurs qui sont loin d'être négligeables.

Intensité du rayonnement sur une surface horizontale



3. Pour différents points situés dans la même zone climatique, l'amplitude des variations de l'intensité du rayonnement solaire total est assez faible en valeur relative : elle est de l'ordre de 10 % et peut, exceptionnellement, atteindre 20 % en valeur relative quand aux autres facteurs pouvant influencer sur la transparence de l'atmosphère (altitude, latitude, importance de l'agglomération, etc.) s'ajoute la proximité de la mer.

4. On peut enfin noter que l'intensité du rayonnement solaire total sur une surface horizontale ne varie pas de façon proportionnelle à la durée d'insolation, ce qui indique une valeur assez notable du rayonnement diffus.

c) Portée pratique des ordres de grandeurs observées pour une surface horizontale.

L'intensité du rayonnement varie entre 300 et 400 kilocalories par mètre carré et par heure pour les régions à climat équatorial, 400-500 et 600 kilocalories par mètre carré et par heure pour la zone sahélienne et atteint même 700 kilocalories par mètre carré et par heure pour la zone saharienne. Du point de vue de la signification pratique de ces chiffres, rappelons que 100 kilocalories peuvent porter 1 kg d'eau de 0 °C à 100 °C ou encore 1,43 kg de 30 °C à 100 °C et transformer en vapeur environ 200 g d'eau (près de 200 litres de vapeur d'eau sous la pression atmosphérique).

C'est dire que la chaleur recueillie par mètre carré de surface horizontale pourrait porter une masse d'eau variant entre 4,30 et 10 kg de 30 °C (valeur moyenne de la température extérieure), à 100 °C (température d'ébullition de l'eau) en une heure, selon la situation géographique du lieu considéré. Si cette chaleur pouvait être intégralement transformée en travail, on pourrait faire monter 300 à 700 litres d'eau du fond d'un puits de 100 mètres de profondeur à la surface du sol en une heure. Utilisée intégralement à chauffer de l'eau de 30 °C à 80 °C, la quantité de chaleur recueillie par mètre carré de surface pendant une heure fournirait alors 6 à 14 kg d'eau chaude (6 à 14 litres). Indiquons enfin que la chaleur recueillie pendant une année équivaldrait, par mètre carré de surface horizontale, à celle fournie par la combustion de 156 à 364 kg de houille de qualité moyenne, soit environ 1/2 à 1 kg par jour.

En fait, toutes les conversions examinées de l'énergie du rayonnement solaire (en chaleur, en énergie mécanique – travail – ou même en électricité) se font avec un rendement inférieur à l'unité; dans le cas de la conversion en chaleur, ce rendement atteint habituellement 50 à

70 %, tandis qu'il plafonne (avec les moyens actuels) à 40 % et 10 à 15 %⁷, respectivement pour la conversion en énergie mécanique et en électricité. L'on voit que l'énergie disponible après conversion reste malgré tout importante.

Intensité du rayonnement solaire sur une surface orientée perpendiculairement aux rayons solaires

Une des caractéristiques essentielles de l'énergie solaire est sa grande dispersion; cette particularité a pour conséquence d'imposer aux dispositifs de conversion une surface proportionnelle à l'importance de l'énergie – calorifique, mécanique ou électrique – qui doit être obtenue (toutes choses égales par ailleurs). Il en découle que les performances techniques des dispositifs envisagés (leur rendement en particulier) sont très rapidement limitées par une croissance simultanée des pertes de chaleur, du moins quand on ne concentre pas préalablement le rayonnement solaire, de façon à diminuer notablement la surface effective du dispositif de conversion; parallèlement à l'amélioration des performances techniques (rendement), on aboutit d'ailleurs également à celle des caractéristiques économiques du dispositif de conversion (dépense moindre de matériaux) du fait que le mètre carré de surface du miroir concentrateur revient moins cher que la surface correspondante du dispositif technique de conversion. Mais l'utilisation d'un miroir concentrateur implique que le dispositif suive constamment le soleil pendant son mouvement apparent diurne : de la sorte, ne peut être utilisé que le rayonnement direct qu'on peut caractériser par son intensité sur une surface dirigée perpendiculairement aux rayons solaires.

Aussi, partant des données relatives au rayonnement total sur une surface horizontale, nous avons déterminé l'intensité du rayonnement

7. Il s'agit de rendement de la partie « solaire » du dispositif de conversion pour ce qui est de ceux destinés à la production d'énergie mécanique.

sur une surface orientée perpendiculairement aux rayons solaires. Dans certains cas, ne disposant pas de mesures du rayonnement diffus, nous avons procédé par comparaison et adopté comme valeur de ce dernier, une fraction du rayonnement total tenant compte des particularités climatiques.

a) Intensité moyenne du rayonnement solaire direct sur une surface dirigée perpendiculairement aux rayons solaires.

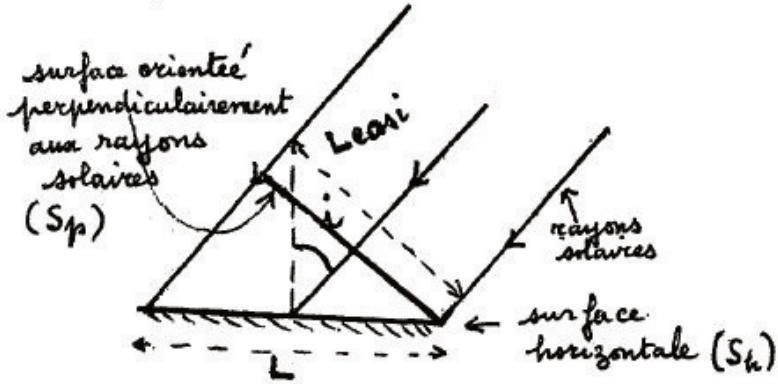
Les données ont été également rapportées à 1 mètre carré de surface et une durée d'une heure; comme précédemment, seules les cinq heures avant et après midi (heure solaire locale) ont été prises en considération pour le calcul des moyennes. Précisons enfin que les calculs ont été effectués en adoptant, pour chaque mois de l'année, les valeurs de l'incidence des rayons solaires sur une surface horizontale aux différentes heures de la journée relatives au 15 du mois considéré, de même que la valeur de la déclinaison solaire à cette même date, comme valeurs moyennes valables pour tout le mois. Nous avons obtenu les valeurs consignées dans le tableau n° IV.

b) Conclusions générales

1. On constate une différence très nette (beaucoup plus accentuée que dans le cas du rayonnement total) entre les différents points géographiques examinés, selon qu'ils se situent dans les zones saharienne et sahélienne ou dans la région équatoriale ou subéquatoriale. Phénomène d'ailleurs prévisible *a priori* et tout à fait compréhensible si l'on ne perd pas de vue la nébulosité permanente et importante dans la zone forestière où il pleut pendant une fraction importante de l'année, et où le rayonnement diffus (indirect) constitue par conséquent une partie notable du rayonnement solaire total. De fait, les résultats de mesure montrent que le rayonnement diffus, qui est de l'ordre de 20 à 30 % du rayonnement total dans la zone sahélienne (à l'exclusion du mois d'août pour lequel il atteint la proportion de 66 %), est constamment de l'ordre de 50 % et plus

du rayonnement total dans les régions à climat équatorial. Ainsi, la moyenne annuelle, qui est de 259 kilocalories par mètre carré et par heure à Léopoldville, est de 600 kilocalories par mètre carré et par heure à Niamey, soit plus du double. Il est en particulier remarquable que la valeur minimum, correspondant au mois d'août à Niamey, soit de 220 kilocalories par mètre carré et par heure, soit presque autant que la moyenne annuelle de Léopoldville. C'est évidemment là un fait dont il faudra tenir le plus grand compte dans la recherche et l'élaboration des moyens d'utilisation de l'énergie solaire en Afrique selon la zone climatique considérée.

2. On observe (du moins pour les zones saharienne et sahélienne) une augmentation importante de l'intensité moyenne du rayonnement solaire quand on passe d'une surface horizontale (rayonnement total) à une surface dirigée perpendiculairement aux rayons solaires (voir graphique ci-joint). Cette particularité est liée d'une part à la valeur relativement faible du rayonnement diffus dans ces régions, de l'autre au gain qu'entraîne le changement d'orientation de la surface : le rayonnement qui tombe sur une surface horizontale de valeur L^2 mètres carrés correspond, pour une surface orientée perpendiculairement aux rayons solaires, à $L^2 \cos.i$, i désignant l'angle d'incidence des rayons solaires sur la surface horizontale, de sorte que l'intensité du rayonnement est plus grande dans le second cas (voir figure ci-dessous.). Nous donnons aussi à titre indicatif les valeurs de la surface orientée perpendiculairement à la direction des rayons solaires correspondant à une surface horizontale de 1 mètre carré et différents angles d'incidence.



i	0	30°	45°	60°	75°	85°
S_h (m^2)	1	1	1	1	1	1
S_p (m^2)	1	0,866	0,707	0,500	0,423	0,259

Ce qui précède souligne l'intérêt de l'utilisation de dispositifs suivant constamment le soleil (cas des miroirs concentrateurs).

3. Pour un point géographique donné, l'intensité du rayonnement direct ne présente, elle aussi, que peu d'écart d'un mois à l'autre, à l'exception d'un ou deux mois de l'année qui varient éventuellement avec la zone climatique considérée.

Les voies d'utilisation de l'énergie solaire et les possibilités qu'elles ouvrent aux pays africains

A) Considérations générales et remarques préliminaires

Avant d'examiner la question des voies d'utilisation de l'énergie solaire

dans les conditions des pays d'Afrique Noire, il n'est pas sans intérêt de discuter un certain nombre d'aspects encore assez controversés relatifs aux perspectives d'utilisation de l'énergie solaire d'un point de vue tout à fait général.

1. La question de l'intérêt croissant pour l'énergie solaire dans le monde – Points de vue divers et leurs motivations :

« La vie, écrit le Professeur américain Farrington Daniels, était trop aisée avec l'énergie concentrée sous la forme de charbon, de gaz naturel et de la puissance de la vapeur. Nécessité est mère d'invention, et les savants et ingénieurs les plus capables de créer des dispositifs pour l'utilisation directe du soleil vivaient dans les pays industrialisés où il n'y avait aucune nécessité à développer l'énergie solaire. Le fait est qu'elle y est également peu importante en général (Abdou Moumouni), mais ces conditions sont en train de changer, et il y a plusieurs facteurs qui contribuent à notre intérêt nouveau pour l'énergie solaire. Nous réalisons, comme jamais auparavant, que nos combustibles fossiles – houille, pétrole, gaz naturel – ne dureront pas éternellement. Plusieurs études minutieuses ont été publiées ces dernières années, qui soulignent que l'épuisement de nos réserves viendra plus tôt que nous ne le pensions. Aux États-Unis, si riches en pétrole, le problème peut être celui de nos petits-fils, mais certains pays sentent déjà la gêne d'une diminution de charbon de haute qualité et d'exploitation facile. De plus, la population du monde augmente rapidement et les besoins en énergie abondante augmentent encore plus vite. Toute appréciation de la durée des réserves de combustibles basée sur une consommation au rythme du passé est absolument sans réalisme. » (Daniels, 1956 : 18-22).

Ces lignes expriment, à de rares nuances près, le point de vue et les motivations profondes qui sont ceux des laboratoires nationaux ou privés de la plupart des pays développés. Il est vrai qu'à ces considérations on

joint souvent des déclarations du style « philanthropique » en direction des pays sous-développés qu'on affirme vouloir aider techniquement à utiliser l'énergie solaire; mais c'est un fait que de telles déclarations ne couvrent souvent que la recherche de nouveaux marchés et se révèlent simples phrases creuses de circonstance. Une des meilleures preuves, s'il en est besoin, est que l'utilisation de l'énergie solaire la plus développée actuellement est celle relative aux chauffeurs d'eau et au chauffage, questions qui n'intéressent essentiellement que les pays développés. Bien que les problèmes de conversion de l'énergie solaire en d'autres formes d'énergie que la chaleur soient effectivement plus ardues à résoudre, il n'en reste pas moins que l'intérêt qu'on leur porte et les moyens financiers consacrés à la recherche dans ce domaine sont généralement faibles; encore faut-il remarquer que dans la plupart des cas, il s'agit en fait de moyens consentis dans le cadre de la « recherche spatiale » dont les objectifs militaires ou de prestige n'ont pas à être démontrés. On doit, pour le moment, certainement plus les progrès enregistrés dans la conversion de l'énergie solaire en électricité à la course pour la conquête du cosmos qu'à une quelconque intention d'aider les pays sous-développés.

2. Le point de vue des pays sous-développés et des pays africains en particulier vis-à-vis de l'utilisation de l'énergie solaire.

Les pays anciennement colonisés et actuellement sous-développés, en particulier ceux de l'Afrique Noire, ne doivent ni ne peuvent avoir, vis-à-vis de l'utilisation de l'énergie solaire, le même point de vue ni les mêmes motivations que les pays développés. Ce n'est certainement pas parce que nous nous effrayerions de l'épuisement prochain de nos réserves de combustibles – qui sont en fait pour le moment celles des autres – bien que ce soit là un aspect à ne pas perdre de vue, que nous nous intéresserions à l'énergie solaire. Mais plutôt parce que les pays sous-développés sont aussi ceux où les possibilités d'utilisation de l'énergie solaire sont incontestablement les plus grandes, et où, devant faire feu de tout bois pour accélérer le progrès économique et social, on ne peut négliger une source aussi importante d'énergie. De ce point de vue,

l'énergie « atomique » devrait également retenir notre attention, surtout que tout compte fait, c'est en Afrique que se trouvent les gisements les plus importants d'uranium. En ce qui concerne l'énergie solaire, les conditions économiques et sociales, les caractéristiques démographiques des pays africains en font un des moyens les plus adaptés de progrès rapide. « L'énergie solaire, écrit encore le Professeur Farrington Daniels, est en premier lieu pour la campagne et non pour les villes; quand les gens sont empilés dans des appartements de plusieurs familles, et quand il n'y a pas de terrain vacant, on ne peut satisfaire les besoins en énergie correspondant au mètre carré de surface exposée au soleil » (Daniels, 1956 : 22). Malgré tous ces facteurs, l'opinion communément répandue est qu'il ne sera pas facile aux pays sous-développés d'utiliser immédiatement les ressources d'énergie solaire, quel qu'en soit l'intérêt économique. De tels pays auront besoin de l'aide des marchés financiers du monde » (Hobson, 1956 : 38). Tel serait effectivement le cas si, contrairement au bon sens le plus élémentaire, les pays sous-développés, en la personne de leurs dirigeants, continuaient à se laisser convaincre qu'ils doivent et peuvent laisser aux autres le soin de s'occuper de questions aussi importantes pour leur propre avenir que l'utilisation de l'énergie solaire, de l'énergie atomique pour ne citer que ces deux exemples. Il est en tout cas illusoire de penser que les pays développés, subitement touchés en vertu d'on ne sait quel miracle par l'ampleur de nos problèmes, l'urgence de nos besoins et les impératifs de notre développement, solutionneraient à notre avantage le problème de la création des outils les mieux adaptés à nos moyens et à nos conditions de développement. Tout ce qui semble être fait dans ce sens l'est bien plus par souci de conquête de marchés que par altruisme, et il faut s'en convaincre définitivement.

Pour revenir à la question de l'utilisation de l'énergie solaire, « une qualité qui est bienvenue de beaucoup de dispositifs solaires est leur simplicité; ils peuvent être fabriqués localement avec un peu plus que l'habileté manuelle. Une coopérative de villageois pourrait, avec un minimum d'encadrement, faire le projet d'une unité de chauffage solaire

et la construire sans difficulté. Le coût des matériaux est souvent relativement bas; et si le travail doit vraiment être fait, ce serait la voie la plus économique pour le faire » (Hobson 1956, 38). Bien que ce ne soit sûrement pas par la construction de chauffeurs d'eau solaire que dans l'ordre des urgences les villageois de la campagne africaine auraient à commencer, l'appréciation précédente, d'ailleurs contradictoire avec une autre du même auteur cité plus haut, méritait d'être soulignée.

C'est dire qu'il dépend surtout de l'exigence de l'opinion publique des pays africains, des organisations politiques, syndicales et de jeunesse, des efforts des gouvernements et aussi du travail des cadres scientifiques et techniques, que dans le cadre d'une orientation vraiment profitable en matière de politique d'investissements, la recherche scientifique et technique (même si elle doit se restreindre à un certain nombre de domaines au départ), occupe la place qu'elle mérite dans les préoccupations des pays africains. Certes, il faudra alors mettre en commun moyens matériels et cadres disponibles, car là comme ailleurs, la seule solution authentiquement africaine est celle de l'unité des pays africains. Est-il besoin de souligner que la recherche constitue aujourd'hui une forme d'investissement, dont la rentabilité n'est discutée par personne, et qu'il ne serait pas conforme aux intérêts des peuples africains de continuer à la considérer comme un « luxe » réservé aux seuls pays développés? Ce serait d'ailleurs faire preuve d'une incompréhension totale vis-à-vis des bases scientifiques et techniques du développement.

B) À propos des voies d'utilisation de l'énergie solaire dans les pays africains

Les différentes possibilités et la question de l'observation d'un ordre d'urgence.

La conversion de l'énergie solaire en d'autres formes d'énergie peut être évidemment envisagée aussi bien dans le but de l'obtention de la chaleur, de l'énergie mécanique, que de l'électricité; ou bien être utilisée pour la réfrigération et la climatisation, la distillation de l'eau ou la production d'eau chaude, voire même le traitement de divers matériaux au four solaire, ou à une échelle plus petite, à la création de cuisinières solaires. Ces différents aspects présentent tous de l'intérêt à plus ou moins brève échéance; cependant, si l'on se réfère aux répercussions prévisibles de tel ou tel d'entre eux sur les conditions économiques et sociales, matérielles et spirituelles de vie dans les pays africains contemporains, il devient évident qu'on ne peut leur attacher une égale importance sociale, et qu'un ordre de priorité doit être respecté, sinon du point de vue de la recherche, du moins sur le plan du développement à plus ou moins grande échelle de l'utilisation de l'énergie solaire. Alors que la production d'énergie mécanique ou électrique, même limitée aux seules heures de la journée, fournirait la base de transformations importantes des conditions de travail et de vie dans la campagne africaine, et pourrait contribuer dans une large mesure à la solution du problème de l'eau dans la zone sahélienne (aussi bien pour la consommation des populations que pour l'agriculture et l'élevage), la réfrigération et la climatisation, examinées du point de vue du rendement social, ne sont intéressantes que sous l'angle de leur utilisation dans des buts d'intérêt collectif : chambres froides pour les hôpitaux, la conservation de la viande, et à la limite, climatisation de certains établissements quand il est prouvé que la société (et pas seulement des individus) en tirera profit; de même, la distillation ou le chauffage de l'eau, bien qu'étant les formes d'utilisation les plus

immédiates, ne présentent actuellement de l'intérêt que dans certains cas assez restreints certes, mais qui pourraient déjà donner lieu à un développement notable : eau chaude pour les besoins des hôpitaux et des internats, des grands hôtels; eau distillée pour les hôpitaux et dispensaires, etc. La production de cuisinières solaires, très tentante sous différents aspects et au demeurant susceptible elle aussi de conséquences importantes (économie de combustible, et surtout cran d'arrêt au déboisement) ne peut malheureusement être envisagée avec fruit (production à grande échelle) qu'avec une industrialisation minimum des pays africains, car il est pratiquement exclu que des appareils importés reviennent assez bon marché pour être à portée de la bourse de la moyenne des familles africaines. Les fours solaires ne semblent pas redevables des mêmes servitudes, soit qu'on les envisage sous l'angle de la recherche, soit qu'ils soient conçus comme faisant partie d'ensembles ou complexes industriels.

Nous examinons dans ce qui suit les différents modes de conversion de l'énergie solaire, les caractéristiques techniques et économiques des dispositifs actuellement utilisés et les perspectives de développement prévisibles.

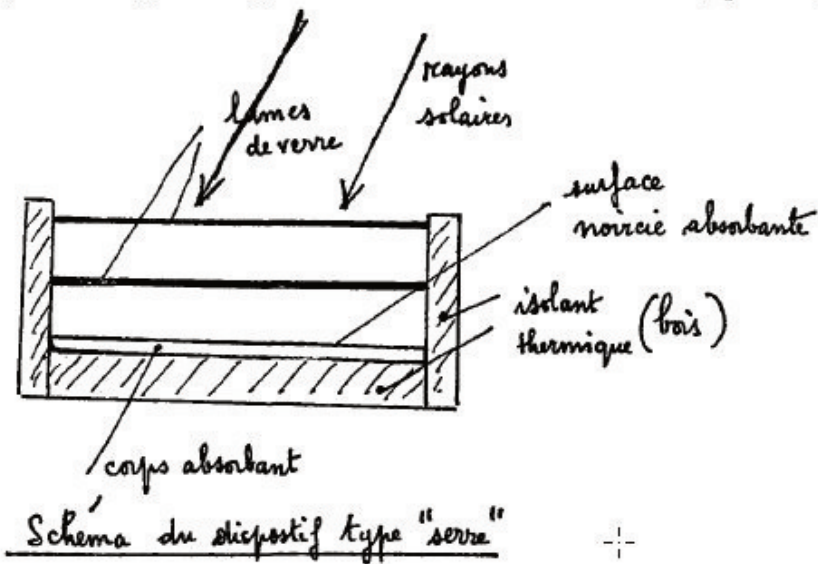
Conversion de l'énergie solaire en énergie mécanique et électrique

Obtention de l'énergie mécanique à partir de l'énergie solaire

Dans les dispositifs sans concentrateur, on utilise le phénomène bien connu appelé « effet de serre » dont l'illustration la plus courante est l'accumulation de la chaleur solaire à l'intérieur d'une voiture laissée vitres fermées au soleil, phénomène depuis longtemps mis en application dans la culture en serre, d'où son nom; une surface absorbante (surface métallique convenablement noircie) forme le « fond » d'une serre dont

les parois sont en matériau ayant de bonnes qualités d'isolant thermique, tandis que le « dessus » est formé d'un certain nombre de lames de verre superposées et séparées par un faible intervalle. On réalise ainsi une véritable « cage » – une sorte de prison si l'on veut – pour le rayonnement solaire. Selon les caractéristiques techniques, la surface absorbante pourra être portée à une température pouvant atteindre et dépasser 100 °C, ce qui permet de chauffer un liquide ou de le vaporiser (l'eau en particulier).

Le principe de base des dispositifs utilisés ou utilisables est bien connu : l'énergie calorifique est transmise à un fluide approprié (vapeur d'eau, autre gaz) de façon à lui communiquer une pression suffisante le rendant capable de fournir du travail mécanique; le rendement de la conversion suivant ce schéma dépend étroitement de la température de fonctionnement : le rendement maximum (rendement de Carnot) est en effet déterminé par les températures respectives des parties du dispositif qui jouent le rôle de chaudière (chauffage du fluide utilisé) et de condenseur (condensation de la vapeur s'il s'agit de vapeur d'eau ou de tout autre liquide, et dans tous les cas récupération d'au moins une partie de la chaleur encore disponible), suivant la formule : rendement mécanique = $(T_2 - T_1) / T_2$, où T_2 est la température du fluide à la chaudière et T_1 la température du fluide au condenseur.



On voit toute l'importance de la température de régime du dispositif de conversion, d'où il découle qu'on doit distinguer le cas des dispositifs sans concentrateurs et celui des dispositifs avec concentrateurs.

Avec le premier type de dispositif la température de fonctionnement qui peut être réalisée plafonne actuellement autour de 250 à 300 °C, ce qui correspond à un rendement théorique maximum de l'ordre de 32 à 46 % et un rendement effectif éventuel de quelques pour cent seulement : en effet, et c'est là l'un des problèmes techniques ardues posés par ce type de dispositif de conversion, la limitation de la puissance qui découle simultanément de l'absence de concentration et de l'impossibilité technique d'augmenter à volonté la surface de captation du rayonnement solaire, conduit à faire appel à de petites machines à vapeur ou à de petites turbines qui sont caractérisées dans un cas comme dans l'autre (du moins dans l'état actuel de leur technique), par un rendement organique très bas, d'où un rendement global encore inférieur. Comme l'ont déjà

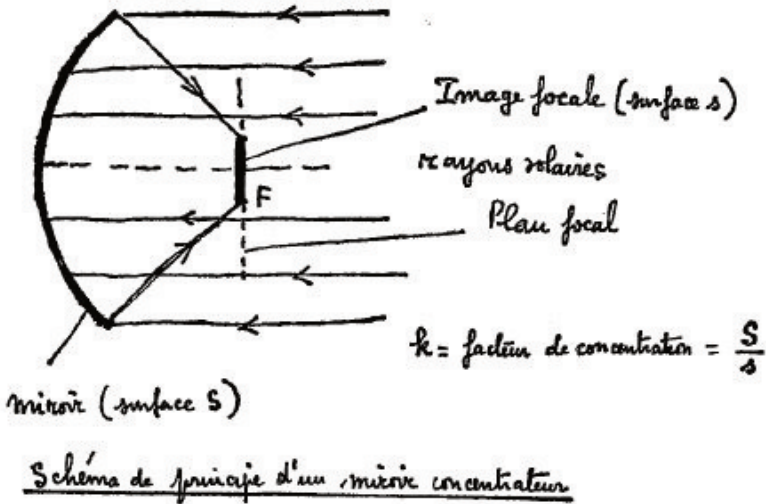
souligné à plusieurs reprises de nombreux chercheurs⁸, le développement de l'utilisation de l'énergie solaire au moyen de dispositifs sans concentration et suivant le schéma classique est subordonné à la mise au point de turbines et machines à vapeur de petite taille et à rendement acceptable; c'est ce que prouvent par ailleurs les tentatives de réalisations effectuées dans ce domaine. Il vaut cependant d'être remarqué que la réalisation de dispositifs à température de fonctionnement située autour de 200 °C, sans faire appel à un concentrateur (notamment par l'utilisation de surfaces absorbantes sélectives) permet déjà de faire appel aux machines à vapeur de taille classique.

On améliore beaucoup la situation en utilisant un concentrateur : celui-ci est un miroir (sphérique, conique, parabolique cylindrique ou de révolution) et qui renvoie les rayons solaires qui tombent sur la totalité de sa surface (qui peut être très grande) dans une région de faible dimension (image ou tache focale). Avec cette concentration préalable, qui peut atteindre 5 000 dans le cas de bons miroirs paraboliques de révolution (type projecteur de D.C.A.) une des sources de difficultés techniques soulevées par l'utilisation de l'énergie solaire (sa faible densité) est pratiquement liquidée; alors que les dispositifs sans concentration ne permettent que difficilement de dépasser 300 °C, les miroirs cylindro-paraboliques donnent couramment 700 °C et les miroirs paraboliques de révolution 1 000 à 3 700 °C selon le soin apporté à leur construction. On conçoit dès lors qu'il est possible d'envisager la production de vapeur à haute pression (un miroir de ce type, ayant 10 mètres de diamètre, a permis, en U.R.S.S. la production de 40 kg de vapeur à 5-7 atmosphères), ce qui permet d'aborder la production d'énergie mécanique – ou électrique – avec les machines classiques (turbines, machines à vapeur) et surtout, d'obtenir des rendements de l'ordre de 10 à 20 % pour la production d'énergie mécanique – ou électrique.

Si donc le recours à un miroir concentrateur complique le schéma

8. Le D^r Tabor (Israël) en particulier.

du dispositif de conversion et exige sensiblement plus de dépenses, ces inconvénients sont très largement compensés par le gain énorme sur le plan du rendement, donc des performances de l'installation. La gamme des températures réalisables (selon le type et la perfection du miroir concentrateur) permet, par ailleurs des utilisations aussi variées que la production d'énergie mécanique ou électrique, la distillation ou l'ébullition de l'eau, la cuisine solaire ou à une échelle plus grande, le four solaire. Enfin, les matériaux utilisés dans la construction des miroirs (glace - verre argenté ou aluminé - , aluminium électropoli; feuille d'aluminium ou matières plastiques aluminées ou argentées, etc.) sont dès aujourd'hui disponibles à des prix abordables.



Obtention de l'énergie électrique à partir de l'énergie solaire

Nous n'examinerons pas le cas de la génération de l'électricité à l'aide de machines du type alternateur ou dynamo, puisqu'il relève en fait de l'obtention préalable de l'énergie mécanique devant faire tourner la

dynamo ou les alternateurs. Reste à considérer la génération directe d'électricité à partir de l'énergie solaire; les dispositifs correspondant à ce mode de conversion sont les générateurs thermo-électriques, thermo-ioniques et photo-électriques. Dans l'état actuel de la technique, les deux premiers types de dispositifs semblent être les plus immédiatement rentables économiquement, en raison du coût actuellement encore trop élevé des matériaux les plus intéressants pour la construction de photopiles solaires d'assez grande puissance : germanium, silicium et autres semi-conducteurs à pouvoir photo-électrique très élevé; il suffit de se référer aux prix actuels des photopiles utilisées comme accessoires en photographie pour se rendre compte que même des dispositifs à concentration préalable du rayonnement solaire reviendraient trop chers. Par contre, l'utilisation d'alliages semi-conducteurs à pouvoir thermo-électrique élevé (par rapport à celui des métaux et autres matériaux), jointe à la mise en œuvre d'une concentration préalable du rayonnement solaire, permet déjà la réalisation de dispositifs de conversion (batteries thermo-électriques solaires) dont le rendement théorique est de l'ordre de 10 à 20 % et le rendement effectif de l'ordre de 8 à 10 %. De plus, le prix de revient de ces alliages (surtout eu égard aux quantités nécessaires) est très abordable économiquement; ils peuvent d'ailleurs éventuellement être préparés sur place. En sorte que les batteries solaires thermo-électriques, particulièrement adaptées par surcroît à la réalisation de groupes de pompage de l'eau sont certainement parmi les dispositifs de conversion les plus intéressants à tous les points de vue pour les pays africains. Ce qui ne veut nullement dire d'ailleurs que les dispositifs utilisant l'effet thermo-ionique (émission d'électrons par les corps chauffés) ne soient pas dignes d'intérêt malgré l'avance relativement moins poussée de leur mise au point. Bref, les caractéristiques techniques et économiques des dispositifs de conversion directe de l'énergie solaire en électricité apparaissent comme étant actuellement (et il est très probable qu'il en sera encore ainsi pendant longtemps) les seuls susceptibles de permettre la réalisation d'installations pouvant déjà, sur le plan du prix de revient de l'énergie produite, entrer en concurrence avec les procédés classiques.

Réfrigération et climatisation par utilisation de l'énergie solaire

La question de la réfrigération et de la climatisation par l'énergie solaire, même si actuellement elle ne présente pas le même degré d'urgence que l'obtention directe d'énergie mécanique ou électrique pour les pays africains, est cependant sur le plan des perspectives d'avenir une de celles qui doivent retenir l'attention parce qu'en dehors de la mise en œuvre de ce mode d'utilisation de l'énergie solaire pour des buts à caractère social, il est évident que dans les conditions climatiques qui sont celles de nos pays, l'amélioration du bien-être des populations, celle des conditions de travail devra nécessairement passer par le développement de la réfrigération et de la climatisation. Il se trouve que sur le plan technique, la réfrigération et la climatisation sont possibles aussi bien au moyen de dispositifs sans concentrateur qu'avec des dispositifs utilisant un miroir concentrateur qui, du reste, n'a nullement besoin d'avoir un coefficient de concentration élevé (un miroir parabolique cylindrique est amplement suffisant). Enfin, les caractéristiques techniques et économiques des dispositifs de réfrigération et de climatisation permettent d'envisager une exploitation rentable dans les conditions actuelles, du moins dans les conditions qui sont celles des pays africains et encore plus s'il s'agit d'une utilisation qui supporte un délai d'amortissement assez long comme c'est le cas pour celle envisagée plus haut (hôpitaux), ou justifiant les investissements correspondants (chambres froides dans les pays d'élevage, en vue d'une exploitation rationnelle du bétail).

L'ordre de grandeur du rendement des dispositifs de réfrigération et de climatisation (30 à 50 %) est déjà tout à fait acceptable et les appareils réalisés montrent qu'un développement immédiat est tout à fait possible.

Distillation et chauffage de l'eau

Ce mode d'utilisation de l'énergie solaire se classe parmi ceux actuellement susceptibles du meilleur rendement; malheureusement, à

part les quelques cas d'espèce signalés plus haut (hôpitaux et dispensaires, internats, grands hôtels) il ne semble pas, si du moins on est guidé par les répercussions sociales de sa mise en œuvre, que l'on puisse envisager dans l'immédiat une extension notable de la distillation de l'eau et de la production d'eau chaude par l'énergie solaire dans les pays d'Afrique Noire. Il est vrai que la satisfaction des besoins qui paraissent comme étant les plus urgents fournit déjà une base qui est loin d'être négligeable à la réalisation de ce type de dispositifs en Afrique; comme il s'agit par ailleurs d'appareils relativement simples, peu coûteux, faciles à construire, les possibilités qu'ils recèlent ne semblent pas devoir être négligées. Des rendements de l'ordre de 40 à 50 % sont couramment obtenus et on atteint même 60 et 70 %.

Enfin, particularité dont l'existence est d'un grand intérêt, ces dispositifs ne nécessitent aucun concentrateur (encore moins en Afrique tropicale où la température ambiante est assez élevée, ce qui limite les pertes de chaleur, et l'intensité du rayonnement solaire total toujours notable) et ne présentent pas de dimensions critiques, ce qui permet d'en réaliser de capacité répondant strictement à la consommation envisagée.

Fours et cuisinières solaires

a) En ce qui concerne les cuisinières, nous ne nous étendrons pas pour des raisons déjà indiquées : malgré leur intérêt, elles ne seront vraiment, à notre avis, à l'ordre du jour qu'après un minimum de réalisations industrielles en Afrique, qui permettraient la production et la vente massive de ces appareils. Car c'est seulement l'emploi généralisé des cuisinières solaires qui aura des incidences économiques et sociales importantes en Afrique Noire, et nous l'avons déjà vu, mais nous insistons sur ce fait, cela implique des prix de revient tels que seule une production nationale avec ce qu'elle doit comporter de prise en considération de facteurs économiques à portée strictement nationale (entre autres, économie de combustible, politique de reboisement, etc.) pourra effectivement s'y intéresser; cela d'autant plus que les matières premières

ne manquent justement pas dans les pays africains (essentiellement aluminium).

b) Les fours solaires ne sont pas seulement ces appareils de recherche, «jouets» pour savants ou sujets d'étonnement et d'enthousiasme de visiteurs très officiels. On sait qu'en fait, à Mont-Louis, en France, le Professeur Trombe a réalisé au four solaire la synthèse d'un certain nombre de matériaux (réactions chimiques à haute température, les fours permettant d'obtenir 2 000 à 3 500 °C) et leur production à l'échelle semi-industrielle; si dans les conditions de la France de tels procédés peuvent être dédaignés, il ne semble guère devoir en être de même pour les pays africains. En particulier, le traitement au four solaire de matériaux réfractaires, surtout dans le cas où les températures exigées ne nécessitent pas une construction très soignée qui pourrait être coûteuse, nous semble pouvoir et devoir être envisagé; quant à la synthèse chimique au four solaire, elle peut se révéler d'une très grande portée économique pour les pays africains.

Ce qui précède indique que l'utilisation de l'énergie solaire au moyen des fours présente un grand intérêt; si l'exploitation immédiate de grands fours n'est pas toujours possible, du moins est-il important que sur le plan de la recherche et des études préalables, l'on puisse disposer en Afrique d'un certain nombre de petits fours solaires.

Conclusions

1. Les pays africains disposent sous la forme de l'énergie du rayonnement solaire, d'importantes ressources restées jusqu'ici inexploitées et auxquelles ni les dirigeants politiques ni l'opinion publique ne semblent accorder l'intérêt qu'on pourrait attendre. Ceci, soit par ignorance, soit qu'on se laisse trop facilement convaincre qu'il s'agit soi-disant de « rêves » de savants sans réalité immédiate.
2. Il est possible, dès aujourd'hui, d'entreprendre l'utilisation pratique

de l'énergie solaire dans les pays africains en se limitant au départ aux modes de conversion et aux dispositifs qui, par les répercussions économiques et sociales qu'ils entraîneraient à brève échéance, en feraient un placement très rentable. D'autant plus que, d'une part, les investissements correspondants (dont il ne faut d'ailleurs pas exagérer le volume) rentreraient tout simplement dans le cadre plus général de ceux déjà obligatoires si tant est qu'on veuille inaugurer un développement assez rapide de ces pays; d'autre part, sur le plan des prix de revient actuels de l'énergie, tels qu'ils ont cours dans les villes et la campagne africaine, l'utilisation de l'énergie solaire supporterait dès le départ et dans toute une série de domaines, la concurrence des procédés classiques de production de l'énergie.

3. Du point de vue des perspectives d'avenir, les pays africains disposent des matières premières essentielles au développement à grande échelle d'une utilisation généralisée de l'énergie solaire (aluminium, autres métaux indispensables pour l'obtention d'alliages semi-conducteurs thermo-électriques, etc.) et d'un marché intérieur à capacité pratiquement illimitée en ce qui concerne la consommation de la production de dispositifs de conversion.
4. L'intérêt bien compris des pays africains exige, si l'on ne s'en tient pas à une politique au jour le jour au demeurant souvent orientée par le néo-colonialisme, que sur le sol africain soient jetées les bases non seulement de la recherche en vue de l'utilisation systématique de l'énergie solaire, mais aussi de la réalisation des dispositifs de conversion en commençant bien entendu par les plus simples et plus généralement ceux susceptibles d'être construits sur place, au besoin dans une première phase, à partir de produits bruts ou semi-finis importés. L'encombrement moyen des appareils destinés à l'utilisation de l'énergie solaire, la disparité des échelles de salaires, tout démontre qu'une telle production sur place reviendra souvent (pour ne pas dire toujours) moins cher que l'importation. Certes pour cela, il faudra accepter de faire les placements nécessaires (équipement d'au moins un laboratoire, développement d'ateliers de constructions mécaniques, équipement de stations météorologiques

en appareils de mesure de l'insolation et du rayonnement solaire, etc.); les dépenses correspondantes sont selon le cas, soit à envisager à l'échelon des États respectifs, soit pour celles à caractère commun évident, à l'échelle d'un groupe d'États; enfin, remarquons que l'équipement industriel, du fait de son utilisation polyvalente, ne peut être considéré comme une dépense de poste déterminé. En dehors de l'aspect dépenses et investissements, une autre nécessité est que les scientifiques et techniciens africains s'intéressent effectivement, sous les divers aspects qu'elle revêt, à la question de l'utilisation de l'énergie solaire en Afrique; on pourrait d'ailleurs, plus généralement, en dire autant de toute une série d'autres domaines scientifiques et techniques. Il est particulièrement important, à cet égard, que disparaisse chez beaucoup d'intellectuels africains la tendance à se décréter dirigeants politiques (on pourrait dire de droit divin) pour faire place à une volonté de discerner et d'accepter leurs responsabilités d'intellectuels de pays encore trop souvent mystifiés et exploités. Ce qui ne veut d'ailleurs nullement dire qu'ils aient à se désintéresser de la politique, mais signifie plutôt qu'ils doivent trouver les voies de le faire sans sacrifier l'accomplissement de tâches qui sont les leurs dans le cadre plus général de celles que, sous nos yeux, sont en train d'accomplir les peuples africains sur le plan de la prise en mains de leur destin et de ce « recommencement de l'histoire de l'homme » dont parlait Frantz Fanon.

Pour employer une expression hélas trop usée, c'est le moment, pour les uns et les autres, de « prendre leurs responsabilités ».

Références

Daniels, Farrington. 1956. « The Sun Energy ». In *Proceedings of the World Symposium on Applied Solar Energy, Phoenix, Arizona, November 1-5, 1955*. Menlo Park, Calif.: Stanford Research Institute.

Hobson, J. 1956. « The Economies of Solar Energy ». In *Proceedings of the World Symposium on Applied Solar Energy, Phoenix, Arizona, November 1-5, 1955*. Menlo Park, Calif. : Stanford Research Institute.

3. La Conférence de Nairobi sur « L'éducation scientifique et technique dans ses rapports avec le développement en Afrique » (1969)

ABDOU MOUMOUNI DIOFFO

Du 16 au 27 juillet 1968 s'est tenue à Nairobi, sur l'initiative de l'O.U.A. et de l'UNESCO, une importante Conférence des ministres de l'Éducation des pays de l'Afrique, sur le thème de « l'éducation et la formation scientifique et technique dans ses rapports avec le développement en Afrique ». La totalité des États africains étaient représentés (à l'exclusion du Dahomey), ainsi que de nombreux pays non africains (France, Grande-Bretagne, États-Unis, Israël, Russie, Saint-Siège) et des organisations internationales de la « famille des Nations Unies », ou non gouvernementales (Commission Économique pour l'Afrique, B.I.T., FAO, diverses Fondations, Société Africaine de Culture, etc.). L'ordre du jour de cette Conférence comprenait l'examen de la situation actuelle de l'enseignement et de l'éducation – enseignement primaire, secondaire, technique et supérieur –, du bilan des réalisations depuis les Conférences d'Addis-Abeba (1961), de Madagascar et de Lagos, des tendances actuelles de l'éducation dans les États africains, des problèmes posés par le développement de l'enseignement et des moyens pouvant permettre de les résoudre, enfin des problèmes posés par la recherche scientifique et technique en Afrique. L'organisation et le déroulement de la Conférence ont comporté des travaux en commission (du 16 au 20 juillet) suivis, à partir du 22 juillet, de séances plénières pour examiner les rapports des

deux Commissions, ainsi que certains points précis de l'ordre du jour spécialement identifiés.

I

L'enseignement primaire dans ses différents aspects (progression des effectifs et du taux de scolarisation, déperdition des effectifs et rendement de l'école primaire, qualité de l'enseignement et son éventuelle adaptation sous la forme souvent avancée d'une « ruralisation », etc.) a fait l'objet d'un examen très détaillé et de discussions très longues et riches. Huit ans après la Conférence d'Addis-Abeba et les objectifs qui y avaient été proposés à l'échelle continentale des États africains, l'unanimité a dû se faire, chiffres en mains, pour reconnaître l'échec de l'enseignement primaire dans les pays de l'Afrique moyenne et mettre en évidence le danger pressant que constitue le rythme notoirement insuffisant, vis-à-vis de la poussée démographique, de l'évolution du taux de scolarisation dans les pays africains. Cette situation est d'ailleurs considérablement aggravée par le rendement dérisoire de l'enseignement primaire en raison de l'importance des déperditions scolaires. Les chiffres ci-dessous, relatifs à 12 pays « francophones » de l'Afrique moyenne, en montrent l'ampleur à travers l'évolution des effectifs au fur et à mesure du déroulement de la scolarité :

Année	1 ^{re}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e	6 ^e
%	100	66	57	46	37	32

D'après les données présentées par la délégation du Congo (Kinshasa), 17 % seulement d'élèves du primaire poursuivent leurs études jusqu'en 6^e année dans ce pays. Ainsi, plus des deux tiers des élèves recrutés en 1^{re} année de l'école primaire sont « perdus » en six ans, le premier tiers dès la 2^e année. Pour les pays « anglophones », à en juger par l'exemple du

Kenya et du Nigéria, les déperditions, très sensiblement moins grandes, demeurent encore importantes :

Année	1 ^{re}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e	6 ^e
%	100	94	94	80	77	77

Les sources et les causes de cette déperdition ont été longuement et amplement discutées : insuffisance des locaux (classes pléthoriques), qualification insuffisante des maîtres, inadaptation totale des programmes, conduite de l'enseignement en langue étrangère au milieu familial, social et culturel de l'enfant africain. On mesurera l'incidence du phénomène de déperdition si on sait que les effectifs actuels de la population scolarisable et effectivement scolarisée montrent que même chez les enfants et les adolescents, pour ne pas parler des adultes, la bataille de l'alphabétisation est virtuellement perdue en Afrique, si du moins les tendances actuelles – orientation, conception, structure du système d'enseignement, programmes, méthodes et méthodologies, organisation – devaient persister dans les prochaines années. Par ailleurs, les aspects sociologiques du phénomène de déperdition des effectifs et de l'interruption des études par la très grande majorité des enfants à la fin de l'enseignement secondaire sont de plus en plus perçus par les gouvernements, sinon en tant que problèmes surgissant d'un échec du système d'éducation, du moins sous la forme peut-être plus accessible aux autorités politiques de « chômage » et de « détribalisation » des enfants et adolescents, phénomène conduisant à un mouvement important des populations des zones rurales vers les centres urbains, et à la formation d'une population flottante de plus en plus importante de « chômeurs intellectuels », qui n'est pas sans causer des soucis politiques aux hommes du pouvoir. D'autant plus que les quelques tentatives faites çà et là en vue de remédier à cet état de choses (Haute-Volta notamment) ont dégénéré en fiasco : la « ruralisation » de l'enseignement primaire, considérée ces dernières années comme une panacée, n'a pas tenu ses promesses. De plus, l'orientation

fondamentalement antidémocratique d'une « école pour fils de paysans destinés à devenir seulement des paysans » a été très justement soulignée au cours des débats de la Conférence. Autant dire que si tout le monde s'accorde pour reconnaître le sérieux (frisant la catastrophe) de la situation actuelle de l'enseignement en Afrique – singulièrement de l'enseignement primaire –, les remèdes et solutions continuent encore à être recherchés dans les mêmes voies faciles et routinières qui semblent si « logiques » vues dans l'optique propre aux dirigeants politiques. Enfin, l'essoufflement de tous les États dans le domaine du financement des efforts de scolarisation a été affirmé avec insistance, sans cependant que des solutions sortant des sentiers battus – aide bilatérale, multilatérale, intercontinentale – aient été esquissées. On aurait pu pourtant s'attendre à ce que, venant après la Conférence de New Delhi, celle de Nairobi soit beaucoup plus réaliste et lucide quant aux perspectives de l'aide des pays développés aux pays en voie de développement. Si l'échec de l'enseignement primaire de la politique de scolarisation dans de nombreux États africains, dans leur forme actuelle et par rapport aux objectifs qui leur sont assignés, notamment sur le plan de la lutte contre le sous-développement, notamment par l'incidence attendue et espérée de la scolarisation et de l'élévation du niveau culturel sur la vie sociale et la production, a été reconnu et dûment enregistré, un examen en profondeur des sources et causes les plus fondamentales de cette situation et des remèdes éventuels n'a pu se faire : peut-être l'organisation même de la Conférence et des débats, sa composition ou la durée des travaux ne la désignaient-ils pas spécialement pour cette dernière entreprise. Un pas important a pourtant été fait, le premier sans doute depuis l'accession des États africains à l'indépendance et qui en appellera d'autres dans la mesure où une réflexion lucide et indépendante s'instaurera sur le bilan des années 1960-1968.

2

L'enseignement secondaire général et technique a longuement retenu

l'attention des participants, tant en Commission que lors des séances plénières. Là encore, malgré un accroissement important des effectifs, les objectifs d'Addis-Abeba n'ont pu être atteints et, par ailleurs, l'incohérence de la politique des divers États dans ce domaine a été mise en évidence. Alors que les besoins en techniciens supérieurs et en cadres moyens demeurent importants et ne sont couverts qu'en faisant appel aux étrangers, les diplômés des premier et second cycles de l'enseignement secondaire, par leur nombre croissant et l'inadaptation de leur formation aux postes disponibles sur le marché du travail, posent déjà des problèmes sociaux dont l'ampleur ne peut aller qu'en s'aggravant. Simultanément, la formation des maîtres de l'enseignement primaire et secondaire (qui devait être dans la phase actuelle une des fonctions du secondaire) n'a pas fait les progrès escomptés ou nécessaires. La situation matérielle et sociale nettement défavorable du personnel enseignant en général – et plus particulièrement des professeurs de sciences vis-à-vis du statut des scientifiques travaillant dans d'autres secteurs – est apparue comme un facteur important de cette évolution, et l'urgence de prendre des mesures correctives a été soulignée. Cependant, la conception même de l'enseignement secondaire, sa structure, ses programmes – notoirement déficients sur le plan de la formation générale scientifique, technologique et dans les sciences sociales – ont été vivement critiqués et remis en cause. Le besoin d'une réforme profonde permettant en particulier une liaison plus souple entre le secondaire général et technique et faisant une place importante à la formation scientifique et technique a été exprimé. Encore plus que dans le cas du primaire, les problèmes budgétaires et financiers posés par le développement de l'enseignement secondaire, particulièrement de l'enseignement scientifique, ont été longuement examinés tant en Commission qu'au cours des séances plénières. L'importante question de l'équipement scientifique – notoirement insuffisant, sinon inexistant à l'heure actuelle –, de la méthodologie et du contenu de l'enseignement scientifique, de la pénurie de professeurs du second degré, plus particulièrement les professeurs de sciences, a fait l'objet de longs débats au cours desquels une refonte complète de l'enseignement secondaire, en liaison étroite avec celle préconisée pour

le primaire et le supérieur (dont nous parlerons plus loin) a été reconnue comme indispensable.

3

L'enseignement technique et professionnel, dans ses relations avec les impératifs du développement économique, scientifique et technique des pays africains, a donné lieu à de très amples échanges de vues. La carence de cet enseignement vis-à-vis de la satisfaction des besoins en cadres techniques à différents niveaux et aussi vis-à-vis du rôle qui pouvait raisonnablement lui être dévolu dans le processus de la diffusion et de l'implantation de la technique moderne au sein de la société africaine a notamment été soulignée. Parallèlement, l'inadaptation totale de l'enseignement technique et son rendement dérisoire (le passage constant des techniciens formés dans les secteurs commercial et administratif étant la règle) se sont imposés à tous comme autant de traits caractéristiques de l'enseignement technique et professionnel dans les pays africains au cours de la dernière décennie. Enfin, l'impuissance évidente de l'enseignement technique et professionnel dans le domaine si capital de l'agriculture a fait l'objet de critiques et de lamentations assez touchantes. C'est dire que la nécessité et l'urgence d'une révision de la conception, de la structure, ainsi que de l'organisation de l'enseignement technique et professionnel en liaison étroite avec les divers secteurs de l'économie (agriculture, industrie, commerce) ont été unanimement défendues. Les difficultés liées aux dépenses particulièrement importantes dans le domaine de l'équipement des établissements d'enseignement technique et professionnel, leur solution par une participation plus active des unités industrielles dans la formation des techniciens et des ouvriers spécialisés ont longuement retenu l'attention de tous. Les méthodes pédagogiques appliquées dans l'enseignement technique et professionnel ont été l'objet de critiques sévères, notamment sous l'angle du caractère souvent superficiel et non adapté aux conditions concrètes d'emploi de la formation donnée aux techniciens et ouvriers.

Enfin, la pénurie du personnel enseignant autochtone, liée à la situation générale vécue par les enseignants dans les pays africains et à la disparité des salaires et traitements dans la fonction publique et le secteur privé, la nécessité impérieuse d'un changement rapide dans ce domaine, changement dont dépend largement le progrès technique et technologique en Afrique, base fondamentale du développement économique, sont autant de questions qui ont été largement débattues.

4

La situation de l'enseignement supérieur et technique supérieur a été examinée en détail. D'un point de vue global, ce domaine constitue le seul où les objectifs fixés par le plan d'Addis-Abeba ont été atteints quantitativement (accroissement relatif et absolu du nombre d'étudiants) sans d'ailleurs que les prévisions relatives au pourcentage des scientifiques aient pu être réalisées. Le développement anarchique et peu rationnel des établissements d'enseignement supérieur dans différents pays d'Afrique, le gaspillage des moyens financiers et des ressources humaines auquel cette politique donne lieu, l'isolement des universités et autres établissements d'enseignement supérieur et technique supérieur par rapport à la société africaine et à ses préoccupations, leur participation notablement insuffisante à la vie économique, sociale et culturelle des pays africains (trait qui tient du caractère généralement transplanté des pays européens de leurs conceptions, structure, programmes et de leur personnel enseignant) ont été largement reconnus et déplorés. La nécessité d'une utilisation plus rationnelle et économique des ressources des différents États, notamment par une mise en commun de leurs efforts dans le domaine de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique, est apparue comme la seule voie susceptible de favoriser des progrès ultérieurs. Les problèmes politiques, économiques et juridiques (statut des universités régionalisées ou inter-étatisées, des centres de recherche, du personnel enseignant, des chercheurs et des étudiants, organisation de la participation des différents États au

financement et à la gestion de ces institutions) n'en sont pas pour autant méconnus. La décision prise à la session de septembre 1967, tenue à Kinshasa, de la Conférence des chefs d'État de l'O.U.A. relativement à la création de « Centres d'études avancées » destinés à assurer la formation du personnel enseignant des universités et des établissements d'enseignement technique supérieur, des chercheurs et des personnes chargées parallèlement de conduire des travaux de recherche dans différents domaines scientifiques et techniques (recherche fondamentale et appliquée), a fait l'objet d'un examen et d'une discussion très détaillés. La préparation insuffisante de cette décision (notamment sous l'angle d'une consultation des scientifiques africains sur le domaine de recherche à envisager et l'organisation à mettre sur pied, les mesures préalables à mettre en œuvre quant à l'organisation de l'enseignement supérieur et technique supérieur) a été unanimement déplorée, sans d'ailleurs que certains aspects positifs de cette initiative aient été mis en cause, d'où les réserves exprimées par de nombreuses délégations et diverses personnalités scientifiques africaines présentes à la Conférence. Plus généralement, l'importance du rôle des universités, des établissements d'enseignement technique supérieur et de recherche dans le processus de développement économique, social et culturel – singulièrement scientifique et technique – des pays africains, mais aussi l'indigence actuelle de leur contribution dans ces différents domaines ont été constatées et soulignées. La nécessité d'une révision complète de la conception des programmes et de l'organisation de l'enseignement supérieur en Afrique s'est imposée à tous.

5

Après l'examen du bilan de l'évolution de l'enseignement et de l'éducation en Afrique depuis 1960, la Conférence a eu à se prononcer sur la question de la révision éventuelle des objectifs fixés par le Plan d'Addis-Abeba (tant sur le plan qualitatif que quantitatif) et sur les priorités à fixer dans l'action des États africains au cours des années à venir sur le plan de

l'éducation. Après une très large discussion, l'objectif d'une scolarisation primaire complète en 1980 a été retenu comme une « perspective » à maintenir, sur la base d'une reconnaissance du droit imprescriptible à l'instruction primaire généralisée. Dans le même ordre d'idées, les autres objectifs fixés à Addis-Abeba ont également été maintenus, l'accent devant cependant être mis sur le développement de l'enseignement primaire, sans pour autant que les enseignements secondaire, technique, professionnel et supérieur soient négligés. La grande ambition que constituent ces objectifs, eu égard particulièrement à la situation constatée, aux échecs nombreux dans différents secteurs de l'enseignement et de l'éducation, aux difficultés financières et de tous ordres rencontrées dans le développement de l'éducation n'a pas échappé aux participants de la Conférence, même si, par ailleurs, les solutions concrètes à mettre en œuvre demeurent imprécises, sinon inexistantes dans le cadre étriqué des politiques actuelles des différents États en matière d'éducation.

Conclusion

À travers les contradictions, inconséquences et incohérences certaines, assez fidèlement traduites dans les rapports des deux Commissions, le rapport général, les résolutions et recommandations adoptés à la Conférence de Nairobi marquent une étape importante dans l'évolution de la politique de l'éducation des pays africains. Tout d'abord, et peut-être pour la première fois, après des années consacrées à un développement plutôt anarchique de l'éducation visant visiblement plus des « réalisations » spectaculaires ou grandioses et de prestige, notamment à travers « l'amélioration » des statistiques officielles, une tentative (même si elle apparaît nettement conditionnée par les difficultés) de réflexion lucide sur les résultats obtenus a enfin été esquissée, de façon d'ailleurs très fragmentaire. Le fait est que la pression des événements et les menaces de plus en plus précises qui se dessinent dans les différents États ont contribué à une prise de conscience de la gravité des problèmes chez

les hommes politiques africains. L'ampleur et la gravité des problèmes posés ne semblent cependant pas avoir été encore assez nettement ni clairement perçus. Sans doute les Africains semblent commencer à dépasser le stade de la croyance « au père Noël », comme le remarquait le directeur général de l'UNESCO. Il n'en demeure pas moins qu'à travers les débats et les interventions de cette Conférence, le poids de l'héritage du régime colonial demeure extrêmement sensible. On ne doit pas se cacher la somme d'efforts qui restent à faire pour aboutir à une réflexion et une approche authentiquement africaines des problèmes de l'éducation dans nos pays. On n'en voudra pour preuve que la façon très confuse dont un problème aussi fondamental que celui des langues africaines et de la place qui leur est due et du rôle qu'elles doivent jouer dans l'enseignement et l'éducation a été abordé et discuté. La seule résolution sur cette question, présentée par la délégation du Congo-Brazzaville, a été repoussée en séance plénière, paradoxalement sur l'intervention des délégations du Mali, des pays « anglophones » et dans l'indifférence générale des pays « francophones » qui sont pourtant ceux qui ont à faire face aux problèmes les plus graves et les plus sérieux dans ce domaine. L'échec, sur un plan d'ensemble, de la politique de l'éducation pratiquée par les différents pays africains depuis leur accession à l'indépendance a certes été constaté et amplement commenté. En particulier, le caractère catastrophique et les perspectives assez sombres dans le domaine de l'enseignement primaire et de la scolarisation ont été très fortement ressentis : il a été prouvé et reconnu que la « bataille de l'alphabétisation » était pratiquement perdue dans les États africains. Cependant, si la conception, l'orientation, les programmes, le contenu de l'enseignement à tous les niveaux ont été mis en cause, il n'en demeure pas moins que les causes de cette situation n'ont pas été clairement perçues ni analysées. Malgré une prise de conscience, certains des problèmes qui se posent – dans leurs aspects les plus concrets et parlants, plus perceptibles aux dirigeants politiques et administratifs – notons la persistance de la tendance à se reposer sur les « experts » étrangers, dans tout ce qui a trait à une réflexion effective sur les problèmes certes complexes de l'éducation en Afrique. La crise, pour le moment encore latente, des

systèmes d'éducation appliqués en Afrique – ou plus exactement induite par les conséquences sociales et culturelles de leur application – commence à être ressentie chez les dirigeants politiques africains, bien qu'à une échelle encore très insuffisante. Au vu des événements dont l'Europe, l'Asie, l'Amérique du Nord et du Sud et certains États africains ont été le théâtre, on peut, sans jouer au prophète, augurer des lendemains préoccupants pour l'Afrique si l'orientation actuelle de la politique d'éducation persiste dans ses grandes lignes et si un effort important n'est pas entrepris d'abord dans le domaine d'une réflexion sérieuse, courageuse et lucide sur les différents aspects des problèmes d'enseignement et d'éducation : révision peut-être « déchirante » de la politique menée jusqu'à ce jour, refonte complète de la base au sommet de la conception, la structure, l'organisation, les programmes, la méthodologie de l'éducation en Afrique. Il serait certes illusoire d'attendre une telle démarche des ministres africains de l'Éducation et de leurs hauts fonctionnaires. Mais si, comme j'ai eu l'occasion de le souligner au cours des débats de la Conférence, des intellectuels africains ont déjà sur ce plan apporté une contribution importante à travers des articles, des ouvrages, dont il semble malheureusement que les responsables africains soient complètement ignorants alors que, par contre, de nombreux « experts » étrangers en utilisent et exploitent sans référence les différentes propositions et suggestions, ce travail doit absolument être poursuivi avec esprit de suite. Quoi qu'il en soit, on peut affirmer que l'Afrique aborde une période capitale de son évolution culturelle dans les années à venir. Malgré les déceptions qu'a pu susciter la Conférence de Nairobi chez ceux qui y ont assisté ou participé, il demeure qu'un processus de remise en question a été engagé, dont il est souhaitable et indispensable que l'intelligentsia africaine prenne conscience, et surtout vis-à-vis duquel il est capital qu'elle assume ses responsabilités.

PARTIE II
HOMMAGES

4. Albert-Michel Wright, un présent empêché ou les quatre décennies de l'héliotechnique ouest-africaine

FRÉDÉRIC CAILLE

Les deux chapitres qui suivent complètent et prolongent l'article d'Abdou Moumouni Dioffo sur l'énergie solaire repris dans ce livre. Ils sont de la plume d'Albert-Michel Wright, qui avait accepté et prévu de venir participer aux rencontres internationales Roger Decottignies de Dakar au mois de mai 2016, mais qui en fut empêché au dernier moment. Ils ont été publiés, il y a quelques années déjà, sur le site Internet de « Cri de Cigogne » (CDC), groupe de réflexion et de proposition indépendant sur le Niger¹.

- Le premier texte (Wright, 2010b), rédigé en avril 2009, est une évocation directe du parcours, des travaux et de la personne d'Abdou Moumouni Dioffo. Il met en perspective les éléments biographiques et le contexte sociohistorique des relations techno-scientifiques internationales au lendemain de la Seconde Guerre mondiale.
- Le second texte (Wright, 2010a), préparé pour un séminaire tenu à l'Université Gaston Berger de Saint-Louis du Sénégal du 28 au 30 mai 2009, est une réflexion plus large sur les énergies renouvelables en Afrique de l'Ouest et sur les éléments qui empêchèrent la venue à maturité des projets élaborés dans les décennies 1960-1980.

1. Nous remercions Albert-Michel Wright d'avoir permis et soutenu cette réédition.

Wright a été l'élève puis le collaborateur et le successeur d'Abdou Moumouni Dioffo à la tête de l'Office Nigérien de l'Énergie solaire (ou ONERSOL).

En termes clairs, parfois vifs et directs, il donne à voir certains des fils qui lient hier à demain, c'est-à-dire, notamment, les connexions entre les projets énergétiques durables des années 1970, les conditions d'une démocratisation de l'enseignement scientifique et technologique au Niger et en Afrique de l'Ouest et, plus largement, l'émancipation intellectuelle et économique des jeunes nations indépendantes.

Le témoignage d'Albert-Michel Wright est celui de la génération qui suit immédiatement celle des pionniers du solaire africain, celle des élèves directs et enthousiastes des premiers conquérants de la liberté scientifique et d'accès aux études supérieures, comme il l'évoque de manière touchante. À plus d'une reprise, on percevra le tison encore brûlant de cet engagement de jeunesse, après près de quatre décennies de recherche, d'enseignement et de pilotage scientifiques, prioritairement orientés vers les potentialités des énergies vertes africaines.

Mais le propos d'Albert-Michel Wright est aussi le témoignage, plus sombre, notamment dans le second texte, du « constat amer que nous tournons en rond ». Dans cette communication, on trouvera en effet un historique précis et réflexif de la structuration institutionnelle et scientifique des politiques pionnières de recherche du solaire africain jusqu'aux années 1980, un historique très complémentaire des analyses présentées dans le livre *Du soleil pour tous* (Caille et Badji 2018), orienté vers le bilan et la mesure des fausses-pistes et des chausse-trappes de l'histoire énergétique de la fin du XX^e siècle.

La question de l'autonomie énergétique n'est ni strictement « technologique », ni étroitement « économique », comme cela est dit à plusieurs endroits du présent ouvrage, comme l'a bien démontré Timothy Mitchell (2017). C'est aussi ce que pense Albert-Michel Wright qui l'illustre depuis son expérience de terrain de manière précise.

Albert-Michel Wright n'est pas de ceux qui abandonnent leurs convictions et leurs analyses parce que des rapports de force socioéconomiques les ont empêchées d'aboutir. Les lectrices et lecteurs, au-delà des deux chapitres qui suivent, pourront d'ailleurs le vérifier en visionnant le documentaire de Malam Saguirou consacré à Abdou Moumouni Dioffo dans lequel Wright apparaît à plusieurs reprises (Saguirou, 2017). Ils apprécieront la manière dont il s'efforce de transmettre son souffle solaire aux jeunes générations et « remet à sa place » un prospère entrepreneur nigérien au sujet de l'avenir de l'énergie nucléaire au Niger.

Car on n'a pas tort parce qu'on a été, pour un temps ou une époque au moins, vaincu, empêché, marginalisé, surtout en matière de développement énergétique, humain et civilisationnel.

Références

Caille, Frédéric et Mamadou Badji. 2018. *Du soleil pour tous. L'énergie solaire au Sénégal*. Québec : Éditions science et bien commun.

Mitchell, Timothy. 2017. *Carbon democracy. Le pouvoir politique à l'ère du pétrole*. Paris : La Découverte Poche.

Saguirou, Malam. 2017. *Solaire made in Africa. L'œuvre du Pr Abdou Moumouni Dioffo*. Documentaire. Dangarama.

Wright, Albert-Michel. 2010a. « Les Énergies renouvelables dans l'espace ouest-africain | Cri de Cigogne ». *Cri de Cigogne*. 10 septembre 2010. <http://www.cridecigogne.org/content/les-energies-renouvelables-dans-l-espace-ouest-africain>

---. 2010b. « Pr Albert Wright rend hommage au Pr Abdou Moumouni Dioffo | Cri de Cigogne ». 10 septembre 2010. <http://www.cridecigogne.org/content/pr-albert-wright-rend-hommage-au-pr-abdou-moumouni-dioffo>

5. Pr Albert Wright rend hommage au Pr Abdou Moumouni Dioffo

ALBERT-MICHEL WRIGHT

En juillet 1956, Abdou Moumouni Dioffo devient le premier Africain à réussir l'agrégation en Sciences physiques sous le régime colonial. La nouvelle explosa à la manière d'un bouquet de feux d'artifice, tant au Niger qu'ailleurs dans l'Afrique colonisée... Ceci d'autant plus qu'elle était renforcée par l'annonce simultanée de deux autres brillantes admissions d'Africains, le Burkinabé Joseph Ki Zerbo à l'agrégation d'histoire et le Nigérien Bâ Boubacar à l'École Normale Supérieure de Paris où il devait préparer l'agrégation de mathématiques.

Quel élogieux palmarès à l'actif de l'intelligentsia africaine en formation en France!

J'étais élève au Collège classique et moderne de Niamey (devenu Lycée National en 1960 et actuel Lycée Issa Korombé). La sensationnelle nouvelle suscita dans tout le collège fierté, admiration et émerveillement! Et voici que quatre ans plus tard, arrivent dans notre lycée les deux premiers professeurs africains en sciences exactes : Christian Angelo, un Bénino-nigérien, qui prend en charge les classes de première et Abdou Moumouni Dioffo qui encadre les terminales scientifiques, notamment la classe de Mathématiques élémentaires.

Pour les élèves des séries scientifiques dont je faisais partie, ces deux personnages deviennent désormais le point de mire et tout simplement la légende vivante du lycée! Nous passions notre temps à singer leur façon de s'exprimer, de marcher, certains de leurs tics d'enseignants... Cela, sans méchanceté, parce que tout simplement nous les admirions comme

des héros dont l'exemple devait raffermir notre volonté de réussite pour devenir, nous aussi, les prochains agrégés en sciences exactes!

Pour comprendre l'engouement et le respect qu'inspirait cette manifestation éclatante du SAVOIR qu'ils symbolisaient, il faut se rappeler que la domination coloniale directe vivait ses derniers moments sur le continent africain et qu'au Niger, les autochtones titulaires du baccalauréat de l'enseignement secondaire se comptaient encore sur les doigts d'une main! Alors, voir arriver tout d'un coup un licencié et un agrégé ès sciences physiques... quel phénomène!

Pendant l'année scolaire 1960-1961, Abdou Moumouni devint notre professeur de physique – chimie. Sa dévotion à la physique et le soin religieux qu'il a apporté à déclencher notre éveil de conscience et notre enthousiasme à poursuivre nos études dans des branches scientifiques nous ont tous marqués à des degrés divers.

Ma formation en sciences physiques s'est poursuivie en France, après l'obtention de mon « bac math-élem », comme on disait à l'époque. J'ai à nouveau rencontré Abdou Moumouni à Odeillo, en juillet 1968, dans les Pyrénées françaises, lieu d'implantation du premier et célèbre grand four solaire de 1000 kilowatts de puissance thermique, construit sous la direction du Professeur Francis Trombe qui fut aussi l'un des examinateurs de la thèse d'État soutenue par Abdou Moumouni à Paris, en 1967. Cela a été ma première occasion de découvrir le formidable potentiel énergétique du soleil et de prendre conscience des possibilités de son exploitation pour les applications terrestres.

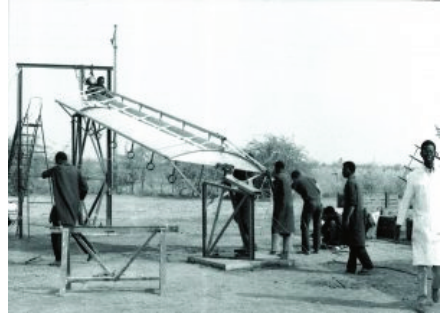
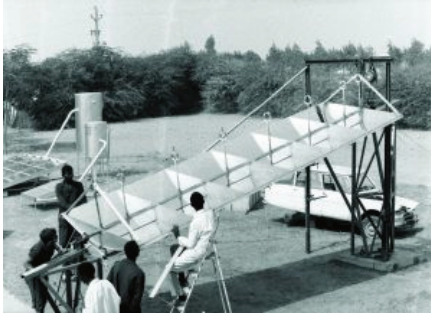
Devenu professeur de physique–chimie au lycée national en 1969 et plus tard conseiller pédagogique en sciences physiques dans les CEG du Niger, j'ai pourtant continué à suivre avec intérêt les travaux entrepris à l'Office de l'énergie solaire (ONERSOL, actuel CNES), par Abdou Moumouni, devenu Directeur de ce Centre en 1969, après qu'il eût exercé, soit comme professeur, soit comme chercheur, d'abord au Sénégal, puis en Guinée et enfin au Mali, où il a créé le Centre d'énergie solaire de ce pays avec l'appui de l'équipe dirigeante RDA du Mali de l'époque présidée par Modibo Keita.

Intéressé par mon profil de formation intégrant des connaissances de base en phénomènes de transferts, hydrodynamique et thermodynamique, il m'a convaincu de venir m'associer à ses travaux, ce que j'ai fini par accepter, en renonçant à ma carrière d'enseignant, pour demander mon rattachement à l'ONERSOL, en octobre 1973.

Devenu à partir de ce moment et pendant 12 ans, le bras droit d'Abdou Moumouni, j'ai participé tant aux calculs, à la réalisation et au suivi expérimental des différents prototypes de systèmes mis au point à l'ONERSOL, mais aussi à la remarquable tentative d'implantation locale d'une capacité industrielle d'équipements solaires à des fins de vulgarisation et de commercialisation, qu'il a entreprise à partir de 1974.

Parmi les systèmes mis au point et commercialisés, on peut citer :

- Les capteurs plans à doubles vitrages utilisés comme sources chaudes de moteurs thermodynamiques SOFRETES : le moteur à deux pistons en ligne et de 1 kilowatt, expérimenté à Bossey-Bangou en 1969, pour l'hydraulique villageoise; le moteur à vis de 10 kilowatts, expérimenté à Karma en 1975 - 1977 pour irriguer une rizière, dans les environs de Niamey;
- Plus de 500 chauffe-eau solaires entièrement conçus en aluminium et construits localement par la SONIEN/ONERSOL, une des premières usines d'appareils solaires de ce type, en Afrique de l'Ouest. La qualité industrielle de cette production est aujourd'hui attestée par la longévité de ces appareils dont certains sont encore en service sur plusieurs villas à Niamey et à l'extérieur, après plus de 30 ans d'usage!
- Quelque 70 distillateurs solaires performants de capacités 10 litres et 25 litres/jour, pour la production d'eau distillée industrielle.



Le professeur Abdou Moumouni Dioffo (à droite de face, deuxième image) au travail avec le personnel de l'ONERSOL et le coopérant militaire français Gérard Carbo, ingénieur des Arts et Métiers, au début des années 1970. En arrière-plan, les premiers chauffe-eau solaires réalisés à Niamey. Toutes les images sont issues de la collection privée de Marc Jacquet-Pierroulet (voir le portfolio photographique « Les ateliers du solaire » dans le présent ouvrage).

Parmi les systèmes dont les travaux de conception et de réalisation ont été avancés à différents stades de réalisation sans qu'ils aient pu être achevés, on peut citer de manière non exhaustive :

- Un moteur solaire thermodynamique à cycle de Rankine du fréon 11 ou du fréon 113 et à fort taux de détente, muni de son échangeur thermique pour permettre une production de puissance mécanique de 10 kilowatts; ce moteur, objet du brevet d'invention OAPI N° 5 408/04898 du 13 février 1975, a d'abord été construit en 1979/80 en collaboration avec l'industriel allemand Spilling de Hambourg, puis testé en usine pendant 1200 heures en 1980/82 (ce qui équivaut à une année solaire de fonctionnement), avant d'être transporté au Niger où il est malheureusement remisé dans un local depuis mars 1984, sans que se soit manifestée la volonté de poursuite des efforts de recherche/développement. Et pourtant, la pertinence du choix de cette technique est maintenant confirmée avec la production d'électricité commerciale réussie dans les centrales thermiques à capteurs cylindro-paraboliques de Luz en Californie depuis les années 1988 et la programmation récente du projet DESERTEC, qui ambitionne de couvrir une partie des besoins européens en

électricité, à l'horizon 2050, à l'aide de ce même type de centrales thermodynamiques, que les Européens projettent d'installer dans le SAHARA;

- Un four solaire à miroir réflecteur de forme parabolique, éclairé par deux héliostats mobiles, destiné à produire à son foyer une puissance thermique de 50 kilowatts avec l'atteinte d'une température de 1500 °C. Plus de 100 millions de francs CFA ont été investis dans le début de réalisation de ce projet pendant la période 1978/81, avec notamment l'implantation sur site de la charpente support du parabolique, des deux héliostats et du local où devait être aménagé le foyer de cuisson des produits à traiter;
- Début de construction de la source chaude solaire du moteur thermodynamique ONERSOL-SPILLING. Elle comporte des capteurs plans à doubles et triples vitrages en liaison avec des collecteurs cylindro-paraboliques orientés suivant l'axe du monde. Elle a fait l'objet de la délivrance par l'OAPI du brevet N° 55409/04899 du 13 février 1975. Elle devait constituer un générateur de vapeur de fréon 113 capable de maintenir dans l'échangeur, une température de 170 °C, avant admission dans le moteur¹.

1. Note des éditeurs : tous ces projets et les infrastructures encore existantes sont bien montrés et évoqués par le fils d'Abdou Moumouni Dioffo dans le documentaire de Malam Saguirou cité en présentation.



Atelier de montage.



Chauffe-eau solaire produit par l'ONERSOL (vers 1971).

Comme évoqué ci-dessus, Abdou Moumouni avait obtenu, tout comme auparavant au Mali, l'accord et l'appui des autorités politiques de l'époque pour construire une unité de production industrielle, la Section

Fabrication de l'ONERSOL (SONIEN), implantée dans la Zone industrielle de Niamey en 1975. Cette entreprise a été équipée de machines-outils modernes et performantes lui assurant une capacité nominale de production de 400 chauffe-eau, plus 2 000 m² de capteurs plans thermiques par an. Première chaîne de production industrielle de cette qualité, dans cette partie du monde, elle devait par ailleurs servir de support au nécessaire travail de développement des systèmes solaires conçus par la Section Recherche de l'ONERSOL, en parallèle avec une production commerciale des systèmes dont la mise au point était achevée.

La Section Fabrication de l'ONERSOL concrétisait de la sorte un vieux rêve caressé par Abdou Moumouni, – démonstration de ce fameux et récent leitmotiv du jeune Président Obama, « Yes, we can! » –, celui d'implanter au Niger une capacité endogène de production industrielle de matériels solaires, y compris demain, de son moteur thermodynamique! Ce moteur d'ailleurs représentait lui aussi, son espoir d'apporter une réponse adéquate au besoin d'énergie des populations pauvres du Niger, elles qui se retrouvent disséminées dans plus de 13 000 villages à travers ce vaste territoire de 1 267 000 km²! En effet, des unités énergétiques autonomes de 10 à 20 kilowatts de puissance (comme escomptées par son moteur) répondent parfaitement à la demande d'énergie de villages peuplés de 1 500 à 2 000 habitants.

L'objectif de tous ces efforts de recherche-développement et sa motivation, c'était cela! En effet, on oublie souvent de dire, s'agissant de son œuvre dans le domaine des Énergies renouvelables (EnR), qu'elle a été le prolongement sur le terrain de son engagement d'étudiant africaniste des années 1950, à Paris. Homme de science, il fut aussi un militant engagé des luttes anticolonialistes en faveur d'une Afrique libre et présente dans le concert des Nations. Il le prouva en rejoignant dès 1950 l'Association des Étudiants du RDA (AERDA) qui venait à la rescousse de ce grand parti de masse, le RDA, victime récente d'une violente répression coloniale après les événements de Dimbokro, le 29 janvier 1950. Avec Cheikh Anta Diop, il baigna plus tard dans l'ambiance intellectuelle du Quartier latin, dans le sillage de penseurs nationalistes aussi célèbres qu'Aimé Césaire,

Frantz Fanon, Majhmout Diop ou aux côtés de camarades comme Amadou Mahtar M'Bow, Ossende Afana, Joseph Ki Zerbo, Jean Suret Canale, Samir Amin... pour ne citer que ceux-là.

Façonné dans le moule de la pensée alors développée dans les Assemblées de la Fédération des Étudiants d'Afrique Noire en France (FEANF), prêchant la nécessité d'établir une Afrique Fédérale indépendante et unie, il est resté imprégné des principes ayant guidé la conduite et influencé l'action de la plupart des étudiants africains formés en France entre 1950 et 1980.

C'est pourquoi il se retrouva impliqué dans les multiples tentatives de construction d'une Afrique véritablement indépendante parce qu'ayant réussi à se libérer progressivement de ce besoin maladif d'assistance perpétuelle, grâce aux efforts déployés par ses fils, en vue de maîtriser les sciences et techniques, seuls vrais outils d'accès au développement. C'est ainsi qu'il a apporté sa contribution aux réflexions ayant débouché sur l'élaboration de Plan d'Action de Lagos en 1980 ainsi qu'au projet de création d'une Académie des Sciences d'Afrique.

En 1986, avec son ami l'ingénieur Sall Khalilou du Bureau d'études ORGATEC, ils ont réalisé un important travail de consultants dans l'espoir de sauver le Centre Régional d'Énergie solaire (CRES) de Bamako². Ils proposaient la mise en place d'un programme coordonné de recherche qui serait sous-tendu par un dispositif de formation de ressources humaines d'une part, conforté par la mise en place d'une capacité régionale de production de matériels solaires d'autre part, le tout reposant sur une synergie d'exploitation solidaire de moyens identifiés et recensés, donc déjà disponibles dans les différents centres de R et D des États du CILSS et de la CEAO. Ce travail n'a malheureusement pas retenu l'intérêt ni l'attention qu'il méritait de la part des décideurs politiques des

2. Note des éditeurs : ce centre sera mis en place sous la direction technique de Jean-Pierre Girardier.

États de la CEAO et du CILSS. Il n'a donc pas produit les fruits attendus, tout comme ce merveilleux Plan d'Action de Lagos, à cause, hélas, des grippages politiques!

Force est de constater, 19 ans après la disparition d'Abdou Moumouni, que son œuvre reste inachevée surtout qu'il n'y a pas de successeurs..., s'agissant des ressources humaines compétentes! Il y a donc là un problème réel de reprise et de poursuite de certains de ses travaux qui restent pourtant d'intérêt et d'actualité. Mais cela ne peut se faire qu'en revivifiant les centres d'acquisition du savoir scientifique et en encourageant l'enrôlement de jeunes étudiants. À Niamey existe un cadre favorable à une relance, notamment en créant une synergie de collaboration entre la Faculté des Sciences, l'EMIG et le CNES. La difficulté subjective qui va persister restera celle de ressusciter chez nos jeunes cette soif d'apprendre, ainsi que l'acceptation du sacrifice au travail pour servir sa communauté, car il faut bien reconnaître que le travail de recherche scientifique n'est pas une sinécure! Mais cette difficulté est elle aussi surmontable en y mettant les moyens financiers à même de motiver une nouvelle promotion de chercheurs.

6. Les énergies renouvelables dans l'espace ouest-africain

ALBERT-MICHEL WRIGHT

Ailleurs dans le monde développé, l'histoire révèle les découvertes, les avancées et enfin les conquêtes scientifiques et techniques ayant, en seulement 50 ans, débouché en apothéose sur des réalisations impressionnantes, malgré la traversée de deux conflits mondiaux entre 1900 et 1950! Victoire sur la saleté avec l'hygiène, victoire sur la maladie en médecine, victoires de la mécanique dans les transports et l'aéronautique, victoire sur l'atome qui perfectionne l'armement, triomphe de la pétrochimie, de la photographie, des télécommunications... de quoi laisser rêveur tout observateur attentif!

Dans la sous-région UEMOA-CEDEAO, s'agissant de la seule filière des énergies renouvelables (EnR), il y a eu de nombreuses initiatives de mise en place d'une synergie efficace d'intervention de tous les acteurs, notamment en créant les institutions suivantes au début des années 1980, sous l'égide du CEA et de l'OUA :

- pour la formation des ressources humaines, le Réseau des Institutions scientifiques et techniques (RAIST), qui regroupe en son sein plusieurs institutions d'Ingénierie, identifiées comme pôles d'excellence;
- pour la R et D, la Société d'Énergie Solaire d'Afrique (SESA), cadre de concertation et d'échanges d'expériences entre spécialistes;
- pour implanter une capacité industrielle locale de production d'équipements, le Centre Régional d'Énergie solaire (CRES/UPS) à Bamako.

Il est déconcertant de devoir reconnaître que les résultats qui en ont découlé restent nettement en deçà des espoirs escomptés par leurs auteurs. Une analyse des causes profondes de cette situation peut seule permettre de trouver la meilleure voie de ressaisissement des acteurs du domaine et de redynamisation de la coopération afin que les EnR jouent leur rôle pourtant évident d'outil de développement véritable.

Rappel historique du développement des efforts en R et D dans le domaine des Énergies renouvelables en Afrique subsaharienne

En septembre 1958, de Gaulle, Président de la République française, proposa à l'Afrique colonisée sous tutelle de la France, un référendum devant lui permettre d'accéder, soit à l'indépendance totale immédiate, soit à une demi-autonomie dans le cadre d'une Communauté franco-africaine. L'année 1958 marqua donc, en pratique, une rupture des États africains colonisés avec leur statut de domination coloniale en même temps que l'arrivée d'Africains à la pleine responsabilité de la gestion politique d'États dont ils allaient progressivement assurer les choix d'options de développement qui allaient en façonner les devenir.

Dans le domaine des sciences et techniques l'acquis colonial de l'espace ouest-africain francophone était maigre, tant en matière d'infrastructures institutionnelles qu'en ressources humaines. En effet seulement deux pôles universitaires avaient pris leur essor : Dakar et, avec moins d'envergure, Abidjan. On retrouvait en France le plus gros contingent d'étudiants africains en formation jusqu'à des niveaux universitaires supérieurs du troisième cycle. Nombreux étaient ceux, notamment parmi les militants d'organisations étudiantes comme l'UGÉAO (Union Générale des Étudiants d'Afrique occidentale) et la FEANF (Fédération des Étudiants d'Afrique Noire en France), qui s'étaient résolument préparés à devenir des bâtisseurs engagés du développement en Afrique indépendante, car

ils avaient déjà assumé une part non négligeable des luttes ayant conduit à la libération du joug colonial.

À Rome fut organisée du 21 au 31 août 1961 la première Conférence des Nations Unies sur les Énergies renouvelables (EnR). C'est elle qui alla servir de déclic au démarrage, dans plusieurs pays, des travaux de R et D dans cette filière, car elle permit aux chercheurs présents à cette rencontre de découvrir les potentialités offertes par l'utilisation pratique de l'énergie solaire à l'aide de systèmes appropriés de conversion : effet de serre et de corps noir mis en œuvre dans le fonctionnement de capteurs plans thermiques pour chauffe-eau et séchoirs, cuisson des aliments au moyen de cuisinières à concentration, distillation solaire de l'eau.

En particulier les travaux du Professeur Félix Trombe dans le domaine des hautes températures, grâce à l'usage de paraboloïdes réflecteurs à forte concentration, firent sensation.

À Dakar, le Professeur Masson, Doyen de la Faculté des Sciences, encadra dès 1963 les travaux de thèse de l'ingénieur Jean-Pierre Girardier sur la conception et l'expérimentation d'une des premières motopompes thermiques solaires utilisant du chlorure de méthyle comme fluide caloporteur. Le Burkinabé Toguyéni et les techniciens de laboratoire M'Bow et Sarr ont été associés à ces travaux de pionniers.

Au Niger, l'ingénieur coopérant antillais Bernard Bazabas créa l'Office de l'énergie solaire (ONERSOL), qui entreprend dès 1965 des recherches pratiques qui vont déboucher sur la construction et l'installation chez des privés de chauffe-eau solaires fabriqués à partir de matériaux locaux de récupération ainsi que de cuisinières à effet de corps noir et à concentration. Il apportait ainsi la preuve au public nigérien de la faisabilité de la cuisson solaire, tout comme celle de la transformation du gypse en plâtre, réalisée par la cuisson de ce minerai à 170 °C, au foyer d'un paraboloïde réflecteur à concentration.

À Bamako au Mali, le Professeur Abdou Moumouni inaugura le LESO,

Laboratoire d'Énergie solaire, dont il orienta les travaux vers le développement de systèmes de conversion thermique de l'énergie solaire.

C'est pourquoi dès la fin des années 1960, on trouvait déjà dans la sous-région CEAO quelques cadres de recherche travaillant dans la filière des EnR dans des centres spécialisés implantés à Dakar, Bamako, Niamey et un peu plus tard à Ouagadougou, Lomé, Abidjan.

D'autres travaux étaient également conduits dans certains laboratoires de facultés des sciences.

Très vite les chercheurs et ingénieurs embarqués dans cette aventure scientifique ressentirent le besoin de se regrouper afin de conjuguer leurs efforts au sein d'une organisation régionale. Saisissant l'occasion de la tenue à Paris du 2^e Congrès mondial d'Énergie solaire sur le thème « le Soleil au service de l'Humanité » en juin 1973 sous l'égide de l'UNESCO, les Africains participant à cette manifestation, après s'être concertés, ont adhéré à l'idée de création d'une Association d'Énergie solaire. Leur initiative a, un peu plus tard, reçu l'aval de l'OUA et du CEA si bien que ces deux organisations africaines ont désormais œuvré ensemble à sa réalisation, acceptant de parrainer la création de la SESA (Société d'Énergie solaire de l'Afrique) le 25 novembre 1983 à Nairobi.

Le besoin de disposer de ressources humaines compétentes en quantité suffisante et à même de conduire des travaux de R et D en EnR d'un bon niveau technique a, de prime abord, été compris par les spécialistes de la filière dans toute la sous-région. C'est donc à leur instigation, mais aussi dans la mouvance des efforts internationaux de développement d'énergies alternatives destinées à contrer la crise pétrolière de 1973, que les Chefs d'État des pays de la CEAO, réunis lors de la 4^e conférence de cette organisation en octobre 1978 à Bamako, ont pris la décision de créer un Centre Régional d'Énergie solaire (CRES), au service de la sous-région¹.

1. Voir note 3 du chapitre précédent et la déclaration des chefs d'État d'Afrique de

Au début des années 1980 fut adopté le Plan d'Action de Lagos, suivi par la Conférence des Nations Unies sur les énergies alternatives tenue à Nairobi en août 1981. C'est alors que le PNUD accorda son appui à la mise en place d'un Réseau africain des Institutions scientifiques et techniques (RAIST), dont le coordonnateur s'installa à Nairobi, sous le parrainage de l'UNESCO et avec l'appui financier de l'Allemagne Fédérale à travers la DAAD (Deutscher Akademischer Austausch Dienst ou Service allemand de coopération académique).

Ce réseau, dont la naissance avait été souhaitée par une majorité d'États africains consultés – et qui s'étaient d'ailleurs engagés à en assumer le financement après son lancement sur une période d'essai de trois ans – avait pour objectif la création et/ou le renforcement de pôles d'excellence chargés de promouvoir les sciences et techniques dans la région africaine. Le RAIST a pu regrouper dès le départ quelque 42 institutions scientifiques qui ont été structurées en 13 sous-réseaux dont 9 étaient axés sur les sciences de l'Ingénieur. Il en rassemble 105 aujourd'hui, réparties dans 35 pays.

Force est de constater, à l'évocation de cette solide ossature d'organisations scientifiques africaines englobant l'ensemble du continent, qu'au début des années 1980, les conditions favorables avaient été créées pour la mise en œuvre d'un plan d'action régional bien pensé et parfaitement structuré, apte à faciliter l'acquisition des savoirs scientifiques, techniques et technologiques, facteurs de développement du continent. En matière de ressources humaines, l'efficacité du réseau devait reposer sur l'implication de différents spécialistes africains, encouragés à travailler en coopération afin d'optimiser les résultats de leurs efforts.

C'est alors que fort malheureusement, la situation socioéconomique

l'Ouest reproduite en annexe du texte de Jean-Pierre Girardier dans *Du soleil pour tous*.

s'est brusquement dégradée dans la quasi-totalité des États ouest-africains. Ils ont dû, les uns après les autres, s'engager dans des programmes d'ajustements structurels draconiens qui avaient tous la curieuse particularité d'exclure le maintien et le développement d'un savoir scientifique et technologique endogène du champ des priorités identifiées et reconnues utiles, dans un objectif de relance de l'activité économique.

Quelle solution de correction ou de rechange pour une meilleure exploitation des ressources du potentiel scientifique et technique?

Ce rappel historique des expériences entreprises dans le passé en vue de créer une synergie des interventions en sciences et techniques destinée à mieux servir le développement, particulièrement en matière d'exploitation des EnR, est utile, si l'on veut éviter les écueils du passé. L'état actuel du développement des capacités en S et T dans les États sud-sahariens, notamment ceux de l'ex AOF, n'est pas satisfaisant dans le contexte d'évolution du monde moderne vers une globalisation. Après cinquante ans de gestion autonome de nos affaires, nous restons lamentablement cantonnés dans la situation coloniale de pourvoyeurs de matières premières minières, agricoles, forestières (coton, café, cacao, bois précieux...), voire humaine et intellectuelle attestée par ce tragique et douloureux exode vers l'étranger de nos compétences pourtant formées à grands frais, tandis que nous nous complaisons dans notre situation de consommateurs de produits industrialisés venus d'ailleurs!

Quand on observe la marche du développement des sciences et technologies dans le monde développé de 1900 à 1950, on ne cesse pas d'être étonné par cette montée en puissance qui l'a graduellement fait progresser de victoire en victoire! Victoire sur la saleté avec la généralisation des soins d'hygiène corporelle, domestique et urbaine; victoire sur des maladies rebelles telles que la rage, la tuberculose, la

syphilis; victoire encore avec la mise au point et la dissémination de vaccins contre plusieurs maladies virales; victoire de la mécanique dans les transports, illustrée par les progrès prodigieux de l'aéronautique et de l'automobile; victoire dans la domestication de l'atome, amplifiée par le redoutable perfectionnement de l'armement; triomphe de la pétrochimie; compréhension de l'origine et de la nature du rayonnement puis avancée fulgurante de la photographie et des télécommunications en 50 ans!

Dire que les pays auteurs de ces conquêtes merveilleuses ont traversé, pendant ce même laps de temps, deux guerres mondiales!

En Afrique de l'Ouest, en nous appuyant sur les deux pôles universitaires existants de Dakar et d'Abidjan puis sur ceux qui sont nés tout de suite après l'écllosion des indépendances, nous n'avons pas été capables de créer la moindre filière féconde de développement technologique autonome et indépendante. C'était pourtant là le rêve que nous caressions de matérialiser dans le domaine des EnR, convaincus que la présence et l'abondance d'un soleil si ardent sous nos latitudes devaient nous inciter à orienter prioritairement nos efforts vers la domestication de cette ressource à portée de main!

Hélas, dans ce domaine aussi, la volonté politique n'a pas été au rendez-vous afin de soutenir les initiatives louables lancées par des chercheurs et savants africains pourtant très engagés et motivés.

La vérité oblige à dire aujourd'hui que de nombreux dirigeants africains n'ont pas encore pris conscience de l'obligation d'acquisition et de maîtrise des savoirs scientifiques et technologiques comme moyen stratégique à la fois le plus sûr et le plus fiable d'implantation d'un développement solide et durable dans nos pays. On peut en effet observer que, dans la sous-région UEMOA/CEDEAO, les chercheurs en EnR avaient réussi à acquérir un certain savoir-faire endogène prometteur, notamment dans le domaine de la réalisation de systèmes de conversion de l'énergie solaire thermique (cuisinières à effet de corps noir et à concentration, chauffe-eau, séchoirs, distillateurs, miroirs concentrateurs cylindro-paraboliques, éoliennes, réfrigérateurs,

digesteurs méthanogènes, foyers améliorés économiques en vue de la préservation de l'environnement...).

Néanmoins, toute cette activité créative endogène est restée dramatiquement dépendante d'intrants industriels importés tels que le verre plat, les tubes et profilés en fer, cuivre ou aluminium, les isolants comme la laine de verre ou le polyuréthane, les vis et câbles en acier, la tôle réfléchive en aluminium.

De tels besoins en intrants industriels importés, dont les coûts n'étaient par conséquent pas maîtrisables, réduisaient considérablement les possibilités de réalisation de plus-values consistantes sur les appareils fabriqués localement. C'est ce qui explique qu'en dépit des besoins réels de la sous-région en systèmes de ce type, les unités de fabrication locale de matériels solaires n'ont pas réussi à mettre sur des marchés par ailleurs ouverts à la concurrence extérieure, des systèmes répondant aux normes de bonne finition technique et d'esthétique, à des prix suffisamment attrayants pour captiver la clientèle.

Ce sont là quelques-unes des causes de déclin, voire d'échec de ces productions endogènes de matériels solaires dans les ateliers de différents pays.

À cela est venu s'ajouter le quasi-doublement des prix de ces intrants importés, après la dévaluation du franc CFA! Il nous arrive de penser que cette dernière opération a tué dans l'œuf les efforts d'industrialisation de la sous-région dans le domaine des systèmes solaires.

Paradoxalement ces intrants importés d'Europe, à base de fer, de cuivre ou d'aluminium dérivent du traitement industriel de concentrés de minerais qui ont à l'origine été extraits de terres africaines, propriétés de pays indépendants depuis cinquante ans, mais qui ne se sont pas préoccupés d'apprendre et d'appliquer les techniques d'extraction et de transformation locale de leurs ressources minières!

L'organisation par le CILSS et l'UEMOA des premier et deuxième « Marché des Énergies renouvelables au Sahel et en Afrique de l'Ouest »

à Niamey en 2006 et 2008 a été l'occasion pour le jury chargé d'attribuer des prix aux meilleurs produits exposés de relever, entre autres :

- Le nombre réduit de produits exposés fabriqués localement;
- Le manque de fini technique et d'esthétique de certains systèmes,

Parmi les recommandations du jury, il y a :

- Le besoin de soutenir la R et D afin de consolider le savoir-faire technologique dans la sous-région;
- La nécessité d'instaurer un véritable partenariat et une bonne complémentarité entre chercheurs, opérateurs économiques et institutions financières;
- La nécessité d'accorder une attention particulière à la technologie des produits, notamment dans leur finition afin qu'ils soient plus attrayants;
- L'intérêt de veiller à ce que les opérations de transfert de technologie favorisent mieux l'éclosion d'un savoir-faire local de manière à garantir une meilleure insertion sociale de la filière des EnR.

À travers cette récente et dernière expérience vécue se retrouve posée concrètement toute la problématique des obstacles qui freinent notre marche vers le développement.

Les mêmes constats avaient été faits lors de la tenue à Bamako les 12/13 mai 1994, de la quatrième réunion du Comité inter-africain de la CSTR/OUA (Commission scientifique, technique et de la Recherche de l'OUA). Nous faisons observer, dans le discours d'ouverture, « qu'après trois décennies d'efforts de R et D dans la spécialité des EnR, de nombreux laboratoires et unités de production de la sous-région ont capitalisé des acquis qu'il reste malheureusement à valoriser sur le terrain des

applications, de façon à les mettre au service des populations, rurales en particulier ».

Nous exprimions aussi et déjà le souhait, à l'issue des débats de cette rencontre, s'agissant des matériels importés pour des actions de développement, notamment les équipements photovoltaïques, que les pouvoirs politiques prêtent une grande attention, au moment de la négociation de tels projets, à prévoir :

- Une implication directe des cadres spécialisés et compétents dans les actions de terrain;
- La recherche systématique d'un transfert de savoir-faire technique dans leur mise en œuvre;
- La maîtrise des problèmes de maintenance, voire de production locale de tout ou partie des équipements.

Conclusion

Le présent exposé illustre le fait que les problèmes de R et D, de sciences et techniques ainsi que d'industrialisation, qui sont connus et répertoriés depuis plusieurs années au sein de nombreux fora, n'ont pas trouvé de réponses satisfaisantes. Il m'est désagréable, au moment où j'entame ma période de retraite qui fait suite à 38 ans d'implication dans ces questions relatives aux EnR, de devoir, non sans un certain pincement de cœur, faire le constat amer, que nous tournons en rond! L'expérience démocratique récente dans nos pays a débouché sur la mise en place d'institutions de gestion de l'ordre politique : une Présidence de la République, une Assemblée nationale et des Conseils spécialisés. Les animateurs de ces institutions sont bien installés dans leurs positions et revendiquent des moyens adéquats d'exercice de leurs activités alors que dans le cas de la reconnaissance et de la valorisation des savoirs, rien n'est encore prévu.

L'avènement dans notre environnement d'Académies des Sciences et/ou d'autres institutions savantes ne constituerait-il pas, d'un point de vue psychologique, pour la jeunesse africaine, une motivation, un encouragement à l'effort d'étude et de recherche! Cela réhabiliterait le prestige du savoir tout en redorant les blasons de ceux qui s'investissent dans l'approfondissement de ce savoir au service de leur communauté.

Comment ne pas évoquer, avec nostalgie, la disparition de ce respect autrefois témoigné au Maître d'école, dans nos villages, parce que l'auréole du savoir dont il était paré privilégiait sa position sociale! Sur le plan culturel et humain, il y a peut-être dans cette perte de valeur de l'importance du savoir, aujourd'hui confirmée par l'effondrement de l'école, l'explication du piétinement de nos pays. Il est du devoir des décideurs politiques de s'inquiéter de ce besoin de réhabilitation des mérites de la connaissance scientifique et technique qui constitue malgré tout, surtout en ce début de 21^e siècle et dans la mouvance de la globalisation d'un monde en évolution vers le village planétaire, les fondements de toute croissance socioéconomique!

7. Abdou Moumouni Dioffo : « Aime! Souffre! Potasse! »

SALAMATOU DOUDOU

Prologue

Abdou Moumouni, qui ne parlait pas beaucoup, disait ceci peu de temps avant sa mort, dans une allocution prononcée à Niamey le 5 mai 1988 à l'occasion de la présentation officielle du diplôme et de la médaille d'or qui lui a été décernée par l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle :

« Mesdames, Messieurs,

Comme il est de tradition en pareilles circonstances, vous me permettrez de développer et exposer quelques réflexions qui me sont chères.

La première, découlant de l'expérience que j'ai vécue, est que nul n'est prophète en son pays, et qu'il est fondamental dans la vie d'un homme de s'attacher à un idéal et une vision de l'avenir de son pays, et plus généralement de l'humanité entière, plutôt que de se cantonner à une courte vue basée sur des calculs souvent sordides et conduits au jour le jour.

La deuxième est que seul le travail paie, et peut permettre de léguer un héritage à la postérité, et peut être un exemple à ceux qui nous suivent. Sur ce plan, comme j'aime à le dire à mes étudiants, la pensée d'Ibsen me semble d'actualité : Homme de la plaine, pourquoi grimpes-tu sur la montagne? Parce que je ne découvre la beauté de la plaine que du haut des sommets.

La troisième est que le travail ne vaut et n'est valorisé que s'il est conduit en équipe et avec un esprit d'équipe que peut-être les partenaires, dans le feu et les exigences de l'action, ne saisissent pas clairement, mais que le chef (puisque chef il doit y avoir) doit, lui, avoir constamment en vue. Et c'est peut-être le contexte adéquat pour rappeler "qu'il y a bien des sots, mais pas de sot métier".

Mesdames, Messieurs, je voudrais finir sur une note d'humour. Quand j'étais en maths spéciales à Paris, il y avait une devise encadrée de façon permanente au tableau : A. S. KOH qui, traduit du jargon qui était le nôtre, signifiait : Aime, Souffre et Potasse. L'amour est évidemment une composante de la vie d'un homme; de même la souffrance et le travail (potasser signifiait travailler). »

Introduction

Le professeur Abdou Moumouni fut l'un des intellectuels les plus célèbres de l'Afrique et du Niger en particulier. Son père Moumouni Dioffo, issu d'une famille aristocratique de Kirtachi (kollo), faisait partie de la toute première génération de commis d'administration. Né le 26 juin 1929 à Tessaoua (Niger), Abdou Moumouni décéda le 7 avril 1991 à Niamey et repose à Kirtachi, son village natal. Premier agrégé de sciences physiques de l'Afrique francophone, il fut l'un des grands spécialistes des énergies alternatives, notamment l'énergie solaire. Il est également connu pour son célèbre livre intitulé *L'éducation en Afrique*, publié chez Maspéro en 1964 à Paris. Selon Kimba Idrissa, « ce grand homme de la science et de la culture, ce militant engagé pour la cause africaine n'a pas attiré l'attention des chercheurs en sciences sociales » (Idrissa, 2016 : 106). Il est d'ailleurs plus connu et apprécié à l'étranger que dans son pays. Militant du panafricanisme, expert en éducation et spécialiste de renommée mondiale en énergie solaire, le parcours et l'œuvre d'Abdou Moumouni participent indubitablement d'une histoire intellectuelle de l'Afrique contemporaine.

Durant toute sa carrière d'enseignant et de chercheur, Abdou Moumouni n'avait qu'un but : servir son pays sans rien attendre de quiconque. C'est ainsi que pour immortaliser sa mémoire et pour lui rendre un hommage mérité, l'Université de Niamey a été baptisée le 21 août 1992 « Université Abdou Moumouni ». Cependant, beaucoup ignorent qui fut ce grand homme, car il n'existe pas de documentation le concernant. Ce chapitre couvre la vie et l'œuvre de ce grand scientifique. Il s'attache à retracer sa vie et ses œuvres en revenant sur ses inventions et réalisations majeures.

L'homme, sa vie et son parcours

Formations

Après de brillantes études scolaires à l'école régionale de Zinder (1936-1942) et à l'École primaire supérieure de Niamey (1942-1944), Abdou Moumouni Dioffo fréquenta l'École normale William Ponty de Sébikotane (Sénégal) de 1944 à 1947. Il entra en 1948 au Lycée Van Hollenhoven de Dakar où il obtint le Brevet de capacité colonial (mathématiques élémentaires) en 1949. Il fut admis en préparation aux grandes écoles au Lycée Saint-Louis de Paris (1949-1951). Ses études supérieures à la Sorbonne à Paris ont été couronnées par :

- une Licence ès sciences physiques en 1953;
- un Diplôme d'études supérieures de sciences physiques en 1954;
- une Agrégation de sciences physiques en 1956;
- un Doctorat d'État ès sciences physiques en 1967;
- une bourse de l'Académie des sciences de l'URSS de 1962 à 1964.

Étudiant militant et engagé, Abdou Moumouni fut membre fondateur de la Fédération des Étudiants d'Afrique Noire en France (FEANF) et membre fondateur du Parti Africain de l'Indépendance (PAI).

Carrière professionnelle

Abdou Moumouni fut d'abord un enseignant chevronné. Il servit successivement comme professeur :

- au Lycée Van Vollenhoven de Dakar de 1956 à 1958;
- au Lycée Donka de Conakry de 1958 à 1959 après le « Non » (aux accords avec la France) de la Guinée;
- au Collège classique et moderne de Niamey de 1959 à 1961;
- à l'École normale supérieure de Bamako de 1964 à 1969;
- au cours postuniversitaire en énergie solaire de la Faculté de Perpignan de 1974 à 1975.

Comme chercheur, il créa et dirigea, de 1964 à 1969, le Laboratoire de l'énergie solaire de la République du Mali. De retour au Niger à partir de 1969, il dirigea l'Office de l'énergie solaire du Niger (ONERSOL) jusqu'en 1985. Il fut recteur de l'Université de Niamey de 1979 à 1982, et professeur de sciences physiques à la Faculté des sciences de 1975 à 1991.

En raison de sa spécialisation et de ses compétences dans le domaine de l'énergie solaire, le Professeur Abdou Moumouni Dioffo était régulièrement sollicité en tant que consultant. C'est ainsi qu'il fut :

- Président du Conseil Scientifique du CRES, de la CEAO et du CILSS de 1989 à 1991;
- Consultant du gouvernement algérien en 1968;
- Consultant de l'UNESCO sur les problèmes de l'éducation en Afrique de 1967 à 1968;
- Consultant de la Société tunisienne d'Électricité et du Gaz (STEG) sur les possibilités d'utilisation de l'énergie solaire;
- Professeur au cours postuniversitaire en énergie solaire de la Faculté des sciences de Perpignan de 1974 à 1975;
- Membre du Comité scientifique du Congrès international « Le soleil au service de l'Humanité » de l'UNESCO;

- Consultant de la Fondation Internationale pour les Sciences (SUEDE) pour l'attribution de bourses d'études en énergie solaire;
- Consultant de la Banque africaine de développement sur les énergies renouvelables de 1988 à 1990;
- Consultant du Fonds monétaire international (FMI) et de la Banque mondiale en 1989.

Travaux et publications

Ouvrage et principaux écrits

- *L'Éducation en Afrique*, Paris, Maspéro, 1964, 400 pages
- « L'énergie solaire dans les pays africains », *Présence africaine*, 1964 (reproduit dans le présent ouvrage)

Thèses

- Étude théorique et expérimentale de la répartition de l'énergie du rayonnement concentré dans le plan focal de miroirs paraboliques précis, 1^{re} thèse de doctorat, Paris, 1967
- Étude théorique de caractéristiques optiques (réflexion, absorption, transmission) d'un système de lames diélectriques : application à l'étude de la captation du rayonnement solaire par des dispositifs utilisant l'effet de serre et à la polarisation de la lumière par réfraction dans le cas de lames à pouvoir absorbant non négligeable, 2^e thèse de doctorat, Paris, 1967

Articles et communications scientifiques

- Nouveaux résultats expérimentaux relatifs à la courbe de répartition de l'énergie du rayonnement concentré dans le plan focal de miroirs

paraboliques précis de type projecteur de D.C.A.C.R., Acad. Sciences, Paris, 1966, Th., 263 pages

- « Justification théorique des résultats expérimentaux relatifs à la répartition de l'énergie concentrée dans le plan focal de miroirs paraboliques précis », C.R. *Hebdomadaire séance Académie de Sciences de Paris*, 1966
- « Analyse des particularités du fonctionnement des radiomètres thermoélectriques à disques récepteurs absorbants en régime permanent et variable », *Revue générale de thermique*, vol. VII, n° 74, février 1968
- « Étude théorique des caractéristiques optiques d'un système de lames électriques : application à la discussion de la polarisation de la lumière par réfraction (piles de glaces) dans le cas de lames à pouvoir absorbant non négligeable », *Revue d'optique théorique et expérimentale*, T. 47, n° 2, février 1968, pp 49-68 et n° 3, mars 1968, pp 117-129, Paris
- « Contribution à l'étude d'un système thermoélectrique alimentant un réfrigérateur thermoélectrique », *Advanced Energy Conversion*, Philadelphia, É.-U.
- « Étude et expérimentation d'un chauffe-eau solaire adapté aux conditions du Sahel », communication au Congrès « Le Soleil au service de l'homme », UNESCO, Paris, 1973
- « Étude et expérimentation d'un miroir cylindro-parabolique », communication au Congrès « Le Soleil au service de l'Homme », UNESCO, Paris, 1973;
- « Le moteur solaire ONERSOL », conférence sur les applications de l'Énergie solaire. Toulouse, 1977
- « Le capteur solaire ONERSOL », conférence sur les applications de l'Énergie solaire, Toulouse, 1977
- « Les possibilités et limites des énergies renouvelables en Afrique », BAD, Banque Mondiale, PNUD, 1990
- « A solar energy utilization for developing countries », in *Solar Energy in Developing countries: perspectives and Prospects: a report of an ad hoc panel of the board on science and technology for international*

development, National Academy of science, Washington, 1972, p. 32-39

- Brevet d'invention n° 55 407 04897 – Chauffe-eau solaire adapté aux conditions climatiques du Sahel et plus généralement de pays à climat tropical », février 1975, Yaoundé
- Brevet d'invention n° 55 408 04898 – « Moteur à vapeur de fréon et à taux de détente fonctionnant entre les températures de 180° et 230° à la chaudière et 30°-35° au condenseur », février 1975
- Brevet d'invention n° 55 409 04898 – « Ensemble capteur constitué par trois étages de collecteurs plans fixés et un miroir cylindro-parabolique tournant, réalisant une chaudière solaire produisant de la vapeur et de la température », février 1975 à Yaoundé

Autres distinctions

- Commandeur de l'Ordre national du Niger
- Officier des Palmes académiques du Niger
- Prix « Guinness Awards for scientific achievement »
- Diplôme de la médaille d'or de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle.

Abdou Moumouni au service de l'humanité

Le combat politique d'Abdou Moumouni ne s'est pas limité au mouvement associatif étudiantin. Il a reçu de l'éducation de ses parents et de sa formation deux traits fondamentaux de son caractère qui furent une constante tout au long de sa vie : la rigueur et la mystique du travail. La mystique du travail renfermait chez lui deux aspects : le dépassement de soi et le travail comme action politique (Idrissa, 2016 : 141).

Abdou Moumouni était un visionnaire qui mettait sa créativité au service de l'humanité, c'est-à-dire de la femme et de l'homme les plus modestes. Les résultats de ses recherches leur sont destinés, comme la multiplication des applications domestiques portée par un engagement

écologique et soucieux de lutter pour la protection de l'environnement et contre la désertification. Physicien internationalement respecté, il présida en 1973 l'option conversion thermodynamique de l'énergie solaire, au sein de la conférence scientifique de l'UNESCO intitulée « Le soleil au service de l'Humanité », devant d'éminentes personnalités.

Sur le plan social, Abdou Moumouni retournait régulièrement dans son village pour échanger avec les paysans et les artisans, s'asseoir au bord du fleuve Niger pour admirer la faune et la flore. Pragmatique et pédagogue, pour faire prendre conscience à son entourage de la consommation excessive de bois et des conséquences néfastes pour l'environnement, il arrivait qu'il se mette à compter pendant plusieurs heures le nombre de chargements de bois qui entraient dans la ville...

Sur le plan éducatif, son livre paru en 1964 sur la nécessité de réformer l'éducation en Afrique et de changer le système issu de la colonisation reste inégalé et toujours d'actualité. Il créa avec son épouse le Lycée Koira, toujours en activité, un lycée de la seconde chance pour les jeunes de famille modeste. Son ouvrage *L'Éducation en Afrique*, partant des spécificités de l'éducation traditionnelle africaine et des besoins immenses du continent, recommande une éducation ouverte pour mettre en place un système éducatif innovant réconciliant tradition et modernité.

Il était un militant qui croyait à la capacité et à la grandeur de l'humain. Il a milité dans le syndicat des étudiants à Paris dans les années cinquante. Il fait partie des intellectuels africains qui ont soutenu la Guinée indépendante de Sékou Touré. Il est donc une figure de combat de gauche pour l'indépendance de l'Afrique.

Alors qu'à de multiples reprises on lui proposa de travailler dans des laboratoires occidentaux, il avait choisi de servir là où personne de son rang ne voulait aller : l'Afrique. C'est donc à partir de l'Afrique qu'il a voulu apporter sa pierre à la recherche au service de l'humanité.

À Niamey, il a pris en charge la construction et le développement de la jeune université qui portera son nom en 1992. Par ses relations, il fit venir

à Niamey d'éminents savants mondialement reconnus dans le domaine de l'énergie solaire, notamment le professeur émérite américain John A. Duffie, directeur du laboratoire solaire de l'université du Wisconsin, l'académicienne russe Valentina A. Baum, chef du laboratoire solaire d'Askhabad en Turkménistan, le physicien français Félix Trombe, père du four solaire de Mont Louis et d'Odeillo, et le Turc Dr Kudret Selçuk, spécialiste en séchage solaire. Tous ces scientifiques animèrent à ses côtés un atelier de réflexion sur les perspectives du solaire afin de sensibiliser d'autres scientifiques africains invités à Niamey en cette occasion et susciter l'intérêt quant au déploiement de cette filière technologique au service du développement de notre région.

Il était persuadé que, contrairement au photovoltaïque, la concentration solaire allait permettre de produire de l'énergie en grande quantité. Ses recherches sont à l'origine des immenses fermes de production d'énergie électro-solaire qui ont été réalisées et implantées aux États-Unis et en Espagne, et qui commencent à se développer ailleurs dans le monde aujourd'hui.

Les principaux soucis d'Abdou Moumouni furent l'éducation et l'environnement. La soif de transmettre le conduisit à vulgariser et à diffuser les résultats de ses recherches à l'ensemble de l'humanité, du paysan à l'artisan, de la ménagère au lycéen. À propos du problème lié à l'enseignement des langues, Abdou Moumouni souligne dans son ouvrage *L'Éducation en Afrique* que :

[...] sa complexité découle du caractère artificiel des frontières des États africains actuels. Du fait du découpage arbitraire du continent africain entre les puissances impérialistes (Angleterre, Allemagne, France, Portugal, Espagne, Italie, Belgique), qui a précédé la conquête et la domination coloniale, les Territoires colonisés par ces différentes puissances ne correspondent à aucune unité linguistique. Cette situation a encore été aggravée dans bien des cas par le découpage ultérieur effectué par chaque puissance impérialiste pour les besoins de la conduite de la

domination politique et de l'exploitation économique. Les États de l'Afrique Noire contemporaine, nés sur cette base, ont donc à faire face à des problèmes linguistiques qui ont généralement été aggravés du fait de la politique du *Diviser pour régner*, de l'étouffement systématique des langues africaines... (Moumouni, 1964 : 363).

Les autres problèmes liés à l'enseignement des langues africaines abordé par Abdou Moumouni concernent les publications et les diverses éditions en lien avec l'élaboration des programmes et manuels scolaires. Il considère qu'une fois surmontés les problèmes et difficultés liés aux langues, notamment au niveau méthodologique, se posent d'autres problèmes, au premier rang desquels l'élaboration des programmes complets de l'enseignement à tous les niveaux, et l'examen et la solution des problèmes pédagogiques posés par l'utilisation des langues africaines : élargissement du vocabulaire relatif à certaines disciplines, rédaction de manuels et de publications diverses à l'usage de l'alphabétisation, de l'enseignement, de la vulgarisation scientifique et technique, etc. (Moumouni, 1964 : 365).

Il ne s'agit là que quelques aspects liés au grand projet éducatif en Afrique d'Abdou Moumouni. Aujourd'hui, la loi d'orientation du système éducatif nigérienne (LOSEN) initiée par son épouse, madame Moumouni Aïssata, lorsqu'elle fut ministre de l'Éducation nationale en 1998 reprend le fil conducteur de sa perspective : accueillir à l'école toutes et tous, enfants handicapés comme les autres, et faire de la place aux côtés de l'enseignement académique à l'apprentissage et à l'acquisition de savoir par l'expérience, par la pratique.

Recherches appliquées : les réalisations

Au sortir du premier Congrès mondial sur l'énergie solaire organisé à Rome en août 1961, le Niger, tout comme certains pays de la sous-région, s'est engagé dans la recherche et le développement orientés vers l'énergie

solaire. À cet effet, une institution fut créée, en 1965, sous la dénomination de « Office national de l'énergie solaire » (ONERSOL). Amorcés dans le cadre d'une modeste entreprise de R et D et de production, avec les moyens limités de l'époque, les premiers efforts de production de systèmes fonctionnant à l'énergie solaire furent réalisés sous la conduite de l'ingénieur martiniquais Bernard Bazabas, à partir de matériaux locaux de récupération, le souci étant de minimiser les coûts.

En 1969, le Pr Abdou Moumouni fut nommé à son tour directeur de l'ONERSOL. Déjà connu par ses travaux sur la scène internationale, il apporta un souffle nouveau à l'institution à travers ses travaux sur la conversion thermodynamique de l'énergie solaire. L'ONERSOL est devenue en 1998 le Centre National d'Énergie solaire (CNES). Le Centre conçoit et perfectionne des procédés et des machines qui fonctionnent à l'énergie solaire ou autres énergies renouvelables. Tous les travaux se nourrissent de l'œuvre entreprise par le Pr Abdou Moumouni et son équipe entre les années 60 et 80, et la poursuivent.

Visionnaire et physicien passionné, Abdou Moumouni n'a eu de cesse d'imaginer et d'élaborer des prototypes, à l'échelle tant générale que domestique, basés sur l'énergie solaire. Vingt ans durant, il dialogua avec les chercheurs du monde entier, faisant du Niger un pays pionnier dans le domaine de l'énergie solaire. Après les Plans d'ajustements structurels qui ont contraint le Niger à diminuer ses ambitions en matière de recherche scientifique appliquée, fidèles à la devise de leur maître « Aime (M), Souffre (S), Potasse (KOH) », le Pr Moumouni et son équipe conçurent et fabriquèrent les panneaux solaires pouvant chauffer le gaz pour l'alimenter. C'est cette pompe qui fut installée en 1972 à Bossey-Bangou, ce petit village à quelques encablures de Niamey.

Confrontons sa pensée à la réalité d'aujourd'hui et au besoin cruel de développement. À quelques rares exceptions près, les machines imaginées et construites par le professeur Moumouni et son équipe sont remisées dans des hangars. Certaines des compétences acquises à l'époque n'ont pas été transmises. Aujourd'hui, dans le village où on installa la première

pompe solaire thermodynamique, les femmes puisent à nouveau l'eau à la main. Comme l'a dit à cet égard le réalisateur Malam Saguiro : « Je veux faire un film en forme de question qui pointe et interroge cet inadmissible recul. Mais je veux aussi un film en forme d'espoir, qui se fasse l'écho du combat de cette nouvelle génération de chercheurs et d'entrepreneurs nigériens avides de proposer au monde des pistes de progrès. Pour que l'Afrique soit à nouveau au rendez-vous du donner et du recevoir ».

Le travail et l'engagement : réflexions et témoignages

Il est possible d'approcher un peu mieux la personnalité d'Abdou Moumouni à travers ceux qui l'ont connu ou ont reconnu son influence. Dans le livre *Inventeurs et Héros Noirs*, le Canadien Paul F. Brown mentionne « combien Moumouni a été un infatigable militant anticolonialiste et panafricaniste, en même temps qu'un homme d'une grande simplicité, d'une totale franchise et très exigeant vis-à-vis de ses collègues et élèves... » (Paul F. Brown, 2012).

Le réalisateur Malam Saguiro témoigne pour sa part aujourd'hui encore d'une influence transgénérationnelle d'Abdou Moumouni :

Jeune élève au collège, j'avais découvert Joseph Ki-Zerbo à travers mes cours d'histoire. Je l'avais tout de suite considéré comme un très grand intellectuel africain. Plus tard, j'avais découvert à travers mes lectures toute la sagacité de ses réflexions sur la question du développement en Afrique. Puis un jour, je suis tombé sur cette préface que Ki-Zerbo avait faite pour le livre *L'Éducation en Afrique* d'un compatriote nigérien, dont le nom nous est familier parce qu'il est simplement celui de notre première Université. On a tous oui-dire qu'il a travaillé sur l'énergie solaire au Niger... Ce monsieur, c'était Abdou Moumouni! Et la préface que j'ai citée plus haut est la suivante :

Abdou Moumouni était l'un de ces patriotes hors pair qui, placés à la charnière des temps, avaient synthétisé en eux-mêmes le meilleur de notre passé et le plus raffiné de la science contemporaine. Confluent des succulences venues d'ici et d'ailleurs, il était de ces fruits merveilleux du terroir indemnes de toute pollution, bien qu'ayant accumulé tous les trésors des quêtes intellectuelles les plus avancées et les plus exotiques. Le sentiment d'appartenance dont il disait que l'éducation devait être génératrice, il l'avait réalisé et porté à un niveau prodigieux.

J'ai eu tout de suite l'impression pour une nouvelle fois que je venais de découvrir une grande arnaque dont mes congénères et moi étions victimes. Nous ignorons notre propre histoire et le monde ne connaît pas notre histoire, qui pourrait tant lui apporter. Dès lors, s'est créée en moi une envie de découvrir qui était réellement Abdou Moumouni, au-delà de la caricature que la folle rumeur que Niamey voulait bien en donner, un chercheur fou de laboratoire, alcoolique et dont la seule bravoure était le fait qu'il pouvait dire non à notre craint militaire-président le général Kountché des années 70. »

En avance sur son temps, Abdou Moumouni était l'un de ces hommes incompris de leur société. Ce genre de personnes que l'histoire pousse à la rébellion contre certains principes préétablis. Mais c'est aussi important de rendre hommage à ceux qui l'ont compris et qui l'ont accompagné dans sa quête, malgré son exigence qui souvent a été sans limites. Abdou Moumouni était une personne complexe, militant de gauche, scientifique innovateur et prince ancré dans sa tradition. C'est peut-être là une grande leçon de diversité à l'intérieur d'un même esprit.

Le souvenir qui revient dans tous les témoignages est celui d'un bourreau de travail. Khalilou Sall, cité par Kimba Idrissa, évoque « un modèle de rigueur pour la jeunesse estudiantine... » (Sall, 1993 : 80). Pour illustrer ses propos, il donne cette anecdote de l'admission d'Abdou Moumouni à l'agrégation : « Quand il passa l'agrégation, il l'avait réussie, et

bien, mais il n'était pas content parce qu'il n'était pas parmi les premiers. Et c'est lui qui m'a raconté ça. Il va voir son professeur qui lui dit que ça s'est bien passé, "Je suis bien heureux pour vous, vous avez obtenu l'agrégation, vous savez, c'est une agrégation très difficile, l'agrégation de physique. Les mathématiciens restent dans le domaine de la pensée et ils peuvent spéculer. Le physicien doit faire les deux : il faut qu'il soit un spéculateur intellectuel et en même temps un praticien. C'est pourquoi l'agrégation de physique est difficile". Alors Abdou Moumouni toujours grognon dit qu'il aurait quand même aimé avoir un rang intéressant. Le professeur lui répond : "Vous venez d'Afrique. Vous êtes sixième après les normaliens! Vous savez, il y a beaucoup de Français qui aimeraient être à votre place!" C'est vrai qu'il n'était pas très content parce qu'il savait qu'il avait travaillé plus que ça... C'était un rang honorable, mais pour Moumouni, sixième après les normaliens... » (Sall, 1993 : 80-81).

Abdou Moumouni était un maniaque du travail bien fait dans tous les aspects de sa vie : étudiant, militant du mouvement syndical, membre fondateur de la FEANF, militant politique (membre fondateur du Parti africain pour l'indépendance ou PAI), enseignant et chercheur (Idrissa, 2016 : 142). C'était un puriste dans la conception et dans ce qu'il faisait, malgré les apparences. Ce côté puriste de Moumouni, les gens ne le connaissaient pas, et pourtant c'était sa vie constante (Sall, 1993 : 24).

Abdou Moumouni s'est toujours fait remarquer par son engagement total et désintéressé. Cette ténacité a été permanente jusqu'à la fin de sa vie. Dans une entrevue accordée au journal *Bingo* en 1988, on lui a demandé de formuler un vœu et il répondit en ces termes : « Que les jeunes Africains travaillent pour leur pays. Qu'ils n'attendent pas d'avoir des récompenses » (SNECS, 1993 : 24).

C'est à ce niveau qu'interviennent le chercheur désintéressé et le patriote intransigeant. Bachir Attouman a fait la même remarque (Idrissa, 2016 : 142). Il y avait une idée constante chez Moumouni, un principe, c'était l'intérêt particulier qu'il avait pour le travail qui semblait être sa valeur suprême... Pour lui, les Africains devaient avant tout faire la

preuve de leur compétence, de leur capacité à égaler et même dépasser les Européens... Cette valorisation du travail était une donnée permanente chez lui et il exigeait peut-être trop des autres (SNECS, 1993 : 79-80).

Pour comprendre cette dimension mystique du travail du personnage, il faut remonter aux luttes qu'il a menées dans le contexte colonial. Déjà, à cette époque, il considérait « le travail comme une action éminemment politique ». Il l'a illustré en devenant en 1956 le premier agrégé de sciences physiques de l'Afrique francophone « au moment où le Noir dans nombre d'esprits passait pour congénitalement inapte aux mathématiques et aux physiques. Il devint un mythe vivant, destructeur d'un mythe obscurantiste » (Ki-Zerbo, 1999 : 54, cité par Idrissa, 2016 : 143).

Toute sa vie, il a combattu les solutions de facilité. C'est la raison pour laquelle il a eu un parcours scolaire fulgurant depuis l'École primaire supérieure de Niamey jusqu'à l'Université de Paris, parce que démystifier les capacités des Africains était pour lui la première chose à faire pour redonner à l'Afrique sa dignité et le respect qu'elle mérite. Il a relevé ce défi grâce au travail par lequel il a prouvé au colonisateur que le Noir était intellectuellement capable d'accéder à ce niveau de formation et qu'il pouvait se libérer du complexe et du mépris intellectuel dans lesquels le système colonial le confinait.

Conclusion

Le Pr Abdou Moumouni a contribué tant par ses écrits sur l'éducation que par ses recherches scientifiques à rendre plus positive la vie.

Après son décès en 1991, ses collègues et amis ont créé une fondation pour immortaliser et pérenniser sa vision de la science, de l'éducation, et encourager la recherche sur les énergies renouvelables.

Chaque année, cette fondation, dont le principal animateur est Albert Wright, organise une manifestation publique pour fêter la science. C'est une journée de récréation jubilatoire où les élèves peuvent visiter les

stands consacrés à l'énergie solaire et poser des questions. Ils peuvent toucher, s'essayer à des expériences telles que faire fonctionner une petite pompe solaire.

Références

Moumouni, A., (1964) *L'Éducation en Afrique*, Paris, Maspero, 400 p.

Moumouni, A., (1969) La conférence de Nairobi sur l'éducation scientifique et technique dans ses rapports avec le développement en Afrique, *Présence en Africaine*, n° 69, p. 178-187.

Moumouni, A., (1988) « Allocution prononcée à l'occasion de la présentation officielle du diplôme et de la médaille d'or par l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle ».

Amadou, B.S., (2006) *Le rôle de la génération charnière ouest-africaine, Indépendance et développement*, Paris, L'Harmattan, p. 124-125.

Idrissa, K., (2016) Abdou Moumouni Dioffo : les premiers pas d'un intellectuel africain, dans *Niger- Les intellectuels, l'État et la Société*, CODESRIA, p. 105- 154.

Keita, M.H., (2009) *Dossier documentaire sur le professeur Abdou Moumouni*, Master 2 en sciences de l'information documentaire, EBAD, UCAD, 90 pages.

Paul F. Brown, (2012) *Inventeurs et héros noirs*, Éditions 5 continents, Saint Léonard.

Journaux

Bingo n° 257 de juin 1974, p. 28-29.

J.O n° 10 du 15 mai 1969.

J.O n° 14 du 15 juin 2002.

J.O n° 12 du 15 juin 1998.

J.O n° 18 du 15 septembre 1992.

L'Étudiant d'Afrique Noire série n° 6 -octobre 1956, p. 4-5.

Sahel n° 3996 du 30 mai 1988, p. 3.

Sahel n° 4003 du 8 juin 1988.

Sahel n° 4594 du 8 avril 1991.

Sahel n° 4595 du 9 avril de 1991.

Sahel n° 4601 du 22 avril 1991.

Seeda n° 19, mai 2004.

PARTIE III
LES ATELIERS DU SOLAIRE -
L'ONERSOL 1969-1972

8. Photographies de Marc Jacquet-Pierroulet

Le cahier photographique présenté dans les pages suivantes est extrait des archives personnelles de Marc Jacquet-Pierroulet, qui est arrivé en 1970 à Niamey et y est resté jusqu'en 1972.

Titulaire d'un certificat d'aptitude professionnelle en mécanique générale obtenu en 1964, il était venu dans le cadre du programme de coopération volontaire dit des « Volontaires français du Progrès ». Il contribua jusqu'à son départ à la mise en place de l'atelier et à la formation du personnel de fabrication des chauffe-eau solaires de l'ONERSOL à Niamey. Il travailla également avec d'autres jeunes Français, dont Gérard Carbo, coopérant militaire détaché et ingénieur des Arts et Métiers (photo de couverture)¹, en particulier sur les capteurs solaires cylindro-paraboliques qu'Abdou Moumouni Dioffo fut l'un des premiers scientifiques mondiaux à tester et à perfectionner durant cette période. Il collabora également à l'élaboration et aux tests de la première pompe solaire thermodynamique installée dans un village, à Bossey-Bangou, dans le cadre d'une collaboration entre le laboratoire d'Abdou Moumouni Dioffo et l'équipe de recherche solaire de Dakar au Sénégal. C'est à cette occasion que Marc Jacquet-Pierroulet rencontra Jean-Pierre Girardier, ingénieur du Polytechnics de Zurich et auteur d'une thèse de physique sur les pompes solaires, et de divers prototypes réalisés avec le professeur Masson à Dakar. Une photo montre ce dernier lors d'une visite d'une

1. Il faut signaler également la présence à l'ONERSOL à cette époque d'Eric Schmitt, lui aussi ingénieur des Arts et Métiers détaché dans le cadre de son service militaire, auquel succédera Gérard Carbo en 1971. En 1979, sur l'important projet Karma, Marc Jacquet-Pierroulet collaborera avec Gonzague de Gevigny, ingénieur Supélec, à son tour détaché en tant que volontaire du service national.

délégation chinoise à Bossey-Bangou en 1971. Marc Jacquet-Pierroulet fut par la suite engagé pour construire la pompe solaire de Chinguetti en Mauritanie, puis travailla dans l'entreprise d'économie mixte SOFRETES fondée par Jean-Pierre Girardier jusqu'à la disparition de cette dernière, en 1983. Il a réalisé le montage de nombreuses pompes solaires au Mexique, en zone sahélienne de Mauritanie, du Sénégal, du Mali, du Burkina Faso, du Niger et du Tchad, ainsi que deux en Égypte et en Iran.



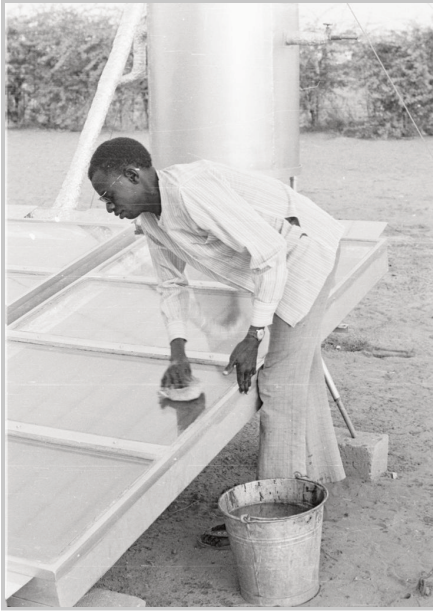
« C'est une longue histoire d'amour entre le Niger, Monsieur Moumouni... et moi! », s'exclame Marc Jacquet-Pierroulet dans le documentaire *Solaire made in Africa* de Malam Saguirou (2017). Il est aujourd'hui encore « très fier » du certificat de travail établi par Abdou Moumouni Dioffo.



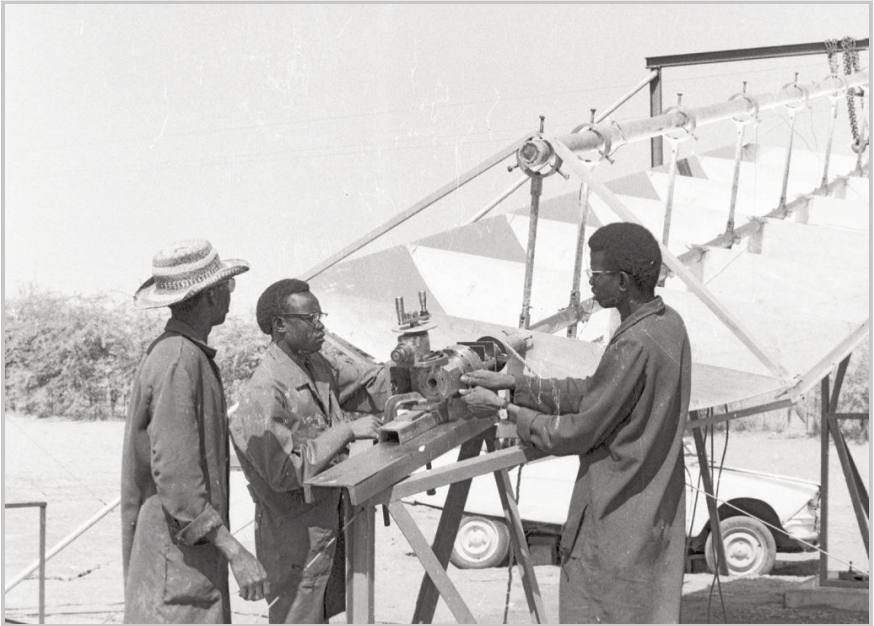


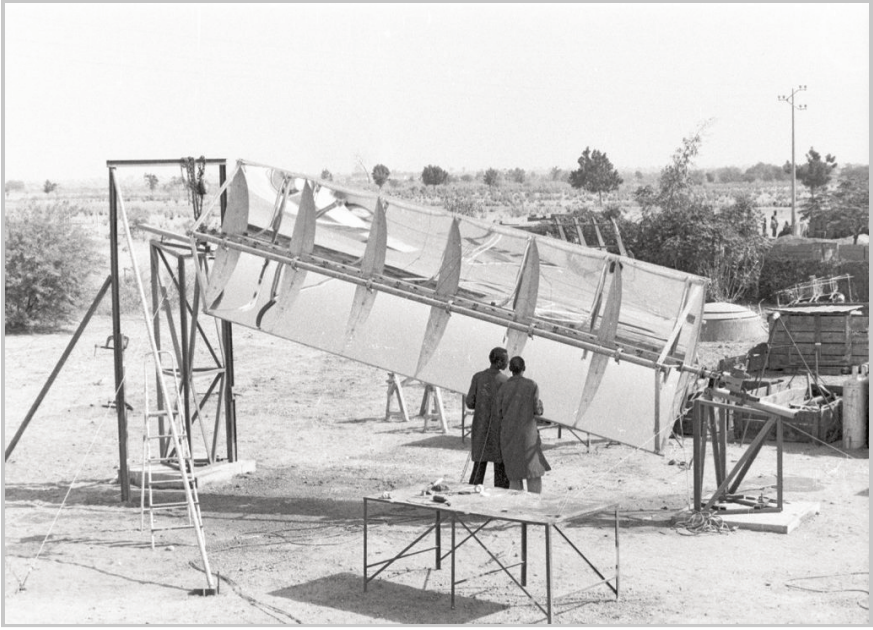




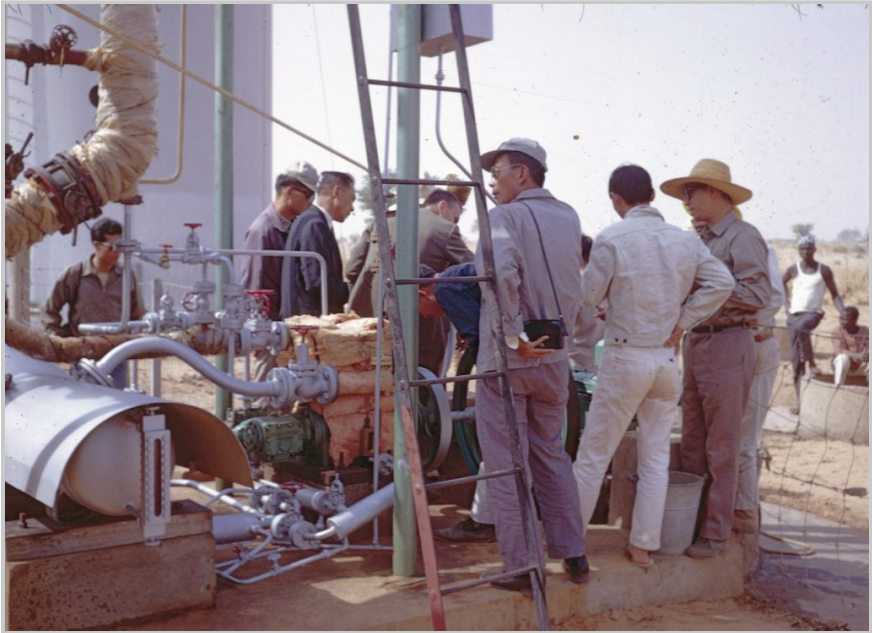
















La collection Mémoires des Suds

Au moyen de rééditions, compilations, anthologies et traductions, la collection **Mémoires des Suds** des Éditions science et bien commun a pour but de faire sortir de l'oubli et de rendre librement accessibles sur Internet des textes d'hommes et de femmes qui ont joué un rôle majeur dans l'histoire intellectuelle, scientifique, sociale, économique et politique des pays des Suds, notamment en Afrique francophone et en Haïti.

La mise en lumière de ces textes exceptionnels souvent oubliés, rarement enseignés ou peu accessibles car non numérisés ou non mis en ligne, pourra inciter les étudiants, les étudiantes, les chercheurs et les chercheuses des pays des Suds à les utiliser ou à s'en inspirer dans le but de mieux déployer le plein potentiel de leur capacité de recherche en faveur du développement local durable de leur pays. Cela permettra aussi aux universitaires du Nord de mieux prendre la mesure de la qualité des travaux sur les pays des Suds réalisés par ceux et celles qui y vivent et travaillent.

La version en ligne et en libre accès de la collection offre aussi une réponse concrète à la rareté des ressources documentaires et scientifiques endogènes dans les universités des pays des Suds. Dans la mesure du possible, les livres de la collection seront plurilingues, ouverts aux langues nationales et n'hésiteront pas à redéfinir les frontières des disciplines et autres traditions scientifiques.

Résistant à l'invisibilité des savoirs des Suds, la collection Mémoires des Suds s'engage dans la lutte contre les injustices cognitives et met en pratique une science ouverte inspirée par l'idéal de la justice cognitive et son universalisme inclusif, ouvert à tous les savoirs.

Pour proposer des textes ou des auteurs et des auteures à la collection, écrivez à info@editionscienceetbiencommun.org sans hésitation!

Responsables de la collection : Florence Piron, Seyni Moumouni et Samuel Regulus

À propos de la maison d'édition

Les Éditions science et bien commun sont une branche de l'Association science et bien commun (ASBC), un organisme sans but lucratif enregistré au Québec en juillet 2011.

L'Association science et bien commun

L'ASBC a comme mission de stimuler la vigilance et l'action pour une science ouverte au service du bien commun. À cette fin, elle s'emploie à :

- Défendre et promouvoir une vision des sciences au service du bien commun;
- Colliger, analyser, produire et diffuser de l'information sur la science et sur ses rapports avec la société;
- Soutenir, promouvoir ou organiser des expériences de démocratisation des sciences;
- Organiser des expériences de débat public sur diverses facettes des sciences;
- Mettre en place des expériences de rencontre entre le monde scientifique et d'autres sphères sociales (ex. le milieu artistique, le milieu politique, etc.);
- Offrir un service d'orientation des groupes de la société civile dans le monde universitaire;
- Offrir, sous réserve de la Loi sur l'enseignement privé (L. R. Q., c. E-9.1) et de ses règlements, des formations sur la responsabilité sociale, la science avec les citoyens et l'éthique des sciences.

Sur son site Web se trouvent de nombreuses informations sur ses

activités et ses publications. Il est possible de devenir membre de l'Association science et bien commun en payant un tarif modeste.

Pour plus d'information, écrire à info@scienceetbiencommun.org, s'abonner à son compte Twitter @ScienceBienComm ou à sa page Facebook : <https://www.facebook.com/scienceetbiencommun>

Les Éditions science et bien commun

Un projet éditorial novateur dont les principales valeurs sont :

- la publication numérique en libre accès, en plus des autres formats
- la pluridisciplinarité, dans la mesure du possible
- le plurilinguisme qui encourage à publier en plusieurs langues, notamment dans des langues nationales africaines ou en créole, en plus du français
- l'internationalisation, qui conduit à vouloir rassembler des auteurs et auteures de différents pays ou à écrire en ayant à l'esprit un public issu de différents pays, de différentes cultures
- mais surtout la justice cognitive :
 - chaque livre collectif, même s'il s'agit des actes d'un colloque, devrait aspirer à la parité entre femmes et hommes, entre juniors et seniors, entre auteurs et auteures issues du Nord et issues du Sud (des Suds); en tout cas, tous les livres devront éviter un déséquilibre flagrant entre ces points de vue;
 - chaque livre, même rédigé par une seule personne, devrait s'efforcer d'inclure des références à la fois aux pays du Nord et aux pays des Suds, dans ses thèmes ou dans sa bibliographie;
 - chaque livre devrait viser l'accessibilité et la « lisibilité », réduisant au maximum le jargon, même s'il est à vocation scientifique et évalué par les pairs.

Le catalogue

Le catalogue des Éditions science et bien commun (ESBC) est composé de livres qui respectent les valeurs et principes des ÉSBC énoncés ci-dessus :

- Des ouvrages scientifiques (livres collectifs de toutes sortes ou monographies) qui peuvent être des manuscrits inédits originaux, issus de thèses, de mémoires, de colloques, de séminaires ou de projets de recherche, des rééditions numériques ou des manuels universitaires. Les manuscrits inédits seront évalués par les pairs de manière ouverte, sauf si les auteurs ne le souhaitent pas (voir le point de l'évaluation ci-dessus).
- Des ouvrages de science citoyenne ou participative, de vulgarisation scientifique ou qui présentent des savoirs locaux et patrimoniaux, dont le but est de rendre des savoirs accessibles au plus grand nombre.
- Des essais portant sur les sciences et les politiques scientifiques (en études sociales des sciences ou en éthique des sciences, par exemple).
- Des anthologies de textes déjà publiés, mais non accessibles sur le web, dans une langue autre que le français ou qui ne sont pas en libre accès, mais d'un intérêt scientifique, intellectuel ou patrimonial démontré.
- Des manuels scolaires ou des livres éducatifs pour enfants

Pour l'accès libre et universel, par le biais du numérique, à des livres scientifiques publiés par des auteures et auteurs de pays des Suds et du Nord

Pour plus d'information, visitez son site web à <http://editionscienceetbiencommun.org> ou écrire à info@editionscienceetbiencommun.org